

EP 03/12626 #2

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 23 DEC 2003
WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 53 606.6

Anmeldetag: 15. November 2002

Anmelder/Inhaber: Merck Patent GmbH,
Darmstadt/DE

Bezeichnung: Elektrooptisches Lichtsteuerelement,
elektrooptische Anzeige und Steuermedium

IPC: G 02 F, H 04 N

Bemerkung: Die nachgereichten Seiten 41 bis 80 der
Beschreibung, die Patentansprüche 1
bis 20 sowie 1 Blatt Zusammenfassung
sind am 14. Dezember 2002 eingegangen.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 19. Juni 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Hoß

**Merck Patent Gesellschaft
mit beschränkter Haftung
64271 Darmstadt**

**Elektrooptisches Lichtsteuerelement,
elektrooptische Anzeige und Steuermedium**

Elektrooptisches Lichtsteuerelement, Anzeige und Steuermedium

Gebiet der Erfindung

5 Die vorliegende Erfindung betrifft Lichtsteuerelemente, diese enthaltende Anzeigen, sowie Lichtsteuermedien. Die Lichtsteuerelemente verwenden bevorzugt Steuermedien die bei bestimmten Temperaturen anisotrope Eigenschaften aufweisen, wie z. B. Flüssigkristalle. Die Lichtsteuer-
10 elemente werden bei einer Temperatur betrieben, bei der die Steuermedien in der isotropen Phase vorliegen. Derartige Anzeigen sind in den bislang unveröffentlichten Patentanmeldungen DE 102 17 273.0 vom 18.04.2002 und DE 102 41 301.0 vom 04.09.2002, zwei weiteren Anmeldungen der Anmelderin der vorliegenden Anmeldung, beschrieben.

15 Die vorliegende Erfindung betrifft ein elektrooptisches Lichtsteuerelement sowie solche Elemente enthaltende elektrooptische Anzeigen und Anzeigesysteme wie beispielsweise Fernsehbildschirme und Computermonitore, sowie die in den Lichtsteuerelementen verwendeten Steuermedien. Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente enthalten ein
20 mesogenes Steuermedium, das beim Betrieb der Lichtsteuerelemente in der isotropen Phase vorliegt. Sie sind neben einem guten Kontrast und einer geringen Blickwinkelabhängigkeit des Kontrasts, kurzen Schaltzeiten und relativ niedriger Betriebsspannung besonders durch eine geringe Temperaturabhängigkeit der Betriebsspannung ausgezeichnet.

25 Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung mesogene Medien und deren Verwendung als Steuermedien in derartigen Lichtsteuerelementen.

Aufgabe und Stand der Technik

30 Konventionelle elektrooptischen Flüssigkristallanzeigen sind allgemein bekannt. Sie werden bei einer Temperatur betrieben, bei der sich das Steuermedium in einer Mesophase befindet. Bei den meisten Anzeigetypen werden die Steuermedien in der nematischen Phase
35 verwendet. In der Mesophase haben die Steuermedien bereits anisotrope Eigenschaften, wie zum Beispiel eine Doppelbrechung (Δn). Diese wird

nicht erst durch ein elektrisches Feld induziert. Am weitesten verbreitet sind TN- (Englisch: „twisted nematic“) und STN- (Englisch: „super twisted nematic“) Anzeigen. Die Flüssigkristallzellen dieser Anzeigen haben Elektroden auf den Substraten auf den beiden einander gegenüberliegenden Seiten des Flüssigkristallmediums. Somit ist das elektrische Feld im wesentlichen vertikal zur Flüssigkristallschicht. Insbesondere die zuerst genannten Anzeigen werden in Kombination mit einer TFT (Englisch: „thin film transistor“) Ansteuerung für Anzeigen mit großem Informationsgehalt und großer Auflösung verwendet. So zum Beispiel in „lap-top“ und „note-book“ Computern. Insbesondere bei „desk-top“ Computermonitoren werden in neuerer Zeit zunehmend Flüssigkristallanzeigen des IPS-Typs (Englisch: „in-plane switching“, z. B. DE 40 00 451 und EP 0 588 568) oder alternativ des VAN-Typs (Englisch: „vertically aligned nematic“) verwendet. VAN-Anzeigen sind eine moderne Variante der ECB-Anzeigen (Englisch: „electrically controlled birefringence“). In einer weiteren, modernen Variante, den MVA-Anzeigen (Englisch: „multi domain vertically aligned“) werden pro angesteuerter Elektrode mehrere Domänen stabilisiert und zusätzlich wird eine spezielle optische Kompensationsschicht verwendet. Diese Anzeigen verwenden, wie die bereits erwähnten TN-Anzeigen, ein zur Flüssigkristallschicht vertikales elektrisches Feld. Im Gegensatz hierzu verwenden IPS-Anzeigen in der Regel Elektroden auf nur einem Substrat, also an einer Seite der Flüssigkristallschicht, sind also durch eine wesentliche Komponente des elektrischen Felds parallel zur Flüssigkristallschicht gekennzeichnet.

Allen diesen konventionellen Anzeigen ist haben relativ lange Schaltzeiten gemeinsam, insbesondere sind die Schaltzeiten für die immer stärkere Verbreitung findenden TV- und Multi-Media-Anwendungen oft nicht ausreichend kurz. Dieses fällt insbesondere im Vergleich mit den nahezu ubiquitären Kathodenstrahlröhren auf. Ein weiterer Nachteil der bekannten, in Flüssigkristallanzeigen eingesetzten elektro-optischen Effekte ist die bei den meisten Typen deutlich ausgeprägte Blickwinkelabhängigkeit des erzielten Kontrasts. Diese ist in den meisten Fällen so groß, dass für Anzeigen im Direktsichtbetrieb in der Regel Kompensations-

schichten, typischerweise anisotrope Filme, mit zum Teil kompliziertem Aufbau, verwendet werden müssen.

5 In der unveröffentlichten Anmeldung DE 102 17 273.0 werden
Lichtsteuerelemente beschrieben, bei denen das mesogene Steuer-
medium bei der Betriebstemperatur in der isotropen Phase vorliegt. Diese
Lichtsteuerelemente schalten besonders schnell und haben eine gute
Blickwinkelabhängigkeit des Kontrasts. Allerdings sind die Ansteuer-
spannungen für viele Anwendungen zu hoch. Somit besteht der Bedarf
10 nach verbesserten Lichtsteuerelementen insbesondere mit verringerter
Ansteuerspannung.

15 In der ebenfalls unveröffentlichten Anmeldung DE 102 41 301.0 werden
spezielle Elektrodenstrukturen vorgeschlagen, die zur einer signifikanten
Verringerung der Betriebsspannungen führen. Allerdings bedingen diese
Elektrodenstrukturen einen deutlich größeren Aufwand bei der Herstellung
der Lichtsteuerelemente.

20 Die in DE 102 17 273.0 und DE 102 41 301.0 vorgeschlagenen
Lichtsteuerelemente weisen eine ausgeprägte Temperaturabhängigkeit
auf. Der durch das elektrische Feld in den Steuermedien in der isotropen
Phase induzierte elektrooptische Effekt bei Temperaturen ist nahe des
Klärpunkts der Steuermedien am stärksten ausgeprägt. Hier haben die
Lichtsteuerelemente die niedrigsten charakteristischen Spannungen, also
werden hier die geringsten Betriebsspannungen benötigt. Mit steigender
Temperatur steigen die charakteristischen Spannungen und damit die
Betriebsspannung deutlich an. Typische Temperaturabhängigkeiten der
Schwellenspannung liegen im Bereich von einigen Volt pro Grad bis zu
Zehn und mehr Volt pro Grad. In erster Näherung kann die relative
30 Temperaturabhängigkeit der charakteristischen Spannungen der
verschiedenen Lichtsteuerelemente mit einem isotropen Steuermedium
nach DE 102 17 273.0 und DE 102 41 301.0 als vom eingesetzten
Medium, dies wird in DE 102 17 273.0 über weite Bereiche variiert und als
von den verschiedenen in DE 102 41 301.0 offenbarten
35 Elektrodenstrukturen unabhängig angesehen werden. Die relative
Temperaturabhängigkeit der Schwellenspannung liegt bei einer

Temperatur von 1° oberhalb des Klärpunkts in der Größenordnung von 50%. Mit steigender Temperatur nimmt sie ab. Bei einer Temperatur von 5° oberhalb des Klärpunkts liegt sie in der Größenordnung von 10%.

- 5 Für die in praktischen Anzeigen verwendete Lichtsteuerelemente, ist diese Temperaturabhängigkeit des elektrooptischen Effekts meist zu groß. In der Regel sind Effekte erwünscht, deren Betriebsspannungen über einen Temperaturbereich von mindestens einigen Grad, bevorzugt über 5° oder mehr, besonders bevorzugt über 10° oder mehr und ganz besonders
- 10 bevorzugt über 20° oder mehr nahezu unabhängig von der Betriebstemperatur sind. Die Realisierung einer elektronischen Nachführung der Ansteuerspannung ist relativ aufwendig. Einerseits führt sie in der Regel zum Verlust eines Teils der verfügbaren
- 15 Ansteuerspannung, da diese ja auch bei der höchsten Betriebstemperatur noch ausreichend groß sein muß. Andererseits ist sie mit einigem Meß- und Regelaufwand verbunden. So muß die aktuelle Temperatur des Lichtsteuerelements bestimmt werden. Bei Anzeigen mit einer größeren Fläche kann eventuell sogar die Bestimmung eines Temperaturgradienten bzw. der Temperaturen an mehreren Stellen erforderlich sein. Die
- 20 Alternativ, die Temperatur der Lichtsteuerelemente konstant zu halten ist ebenfalls nicht leicht zu realisieren. Aus offensichtlichen praktischen Gründen muß hierzu die Anzeige geheizt werden. Diese Alternative erfordert ebenfalls die Bestimmung der Temperatur der Lichtsteuerelemente.

25 Somit ist ersichtlich, dass ein großer Bedarf an Lichtsteuerelementen, die ein Steuermedium in der isotropen Phase verwenden, besteht, die eine geringe Temperaturabhängigkeit der charakteristischen Spannungen zeigen.

- 30 Der vorliegenden Erfindung lag somit die Aufgabe zugrunde, besonders schnell schaltende Lichtsteuerelemente die ein Steuermedium in der isotropen Phase verwenden, mit gutem Kontrast, guter Blickwinkelabhängigkeit, niedrigen Ansteuerspannungen und
- 35 insbesondere mit einer geringen Temperaturabhängigkeit der Ansteuerspannung zu realisieren und die dafür nötigen Steuermedien

5 bereitzustellen. Diese Lichtsteuerelemente sollen eine möglichst geringe Schichtdicke der Steuermedien aufweisen um als Elemente von FPDs (Englisch: „flat panel displays“, also flachen Anzeigen), wie zum Beispiel Flachbildschirmen für Computer, eingesetzt werden zu können. Ferner sollen sie mittels einer möglichst einfachen Elektrodenkonfiguration ansteuerbar sein.

Vorliegende Erfindung

10 Überraschender Weise wurde gefunden, dass, wie im Folgenden beschrieben, Lichtsteuerelemente die, wie die in der unveröffentlichten Anmeldung DE 10217273.0 beschriebenen Lichtsteuerelemente, Steuermedien in der isotropen Phase verwenden, deutlich verbessert werden können und, dass insbesondere Lichtsteuerelemente mit deutlich
15 verringerter Temperaturabhängigkeit der charakteristischen Spannungen und damit der Betriebsspannung realisiert werden können.

Die elektrooptischen Lichtsteuerelemente gemäß der vorliegenden Erfindung umfassen

- 20
- ein oder mehrere, bevorzugt ein oder zwei, besonders bevorzugt zwei Substrate,
 - eine Elektrodenanordnung,
 - ein oder mehrere Element zur Polarisierung des Lichts und
 - ein Steuermedium,

25 und sind dadurch gekennzeichnet, dass

- 30
- das Lichtsteuerelement bei einer Temperatur betrieben wird, bei der das Steuermedium im nicht angesteuerten Zustand in der isotropen Phase vorliegt und dass
 - die Elektrodenanordnung ein elektrisches Feld mit einer signifikanten Komponente parallel zur Fläche des mesogenen Steuermediums erzeugen kann und dass
 - das mesogene Steuermedium eine chirale Komponente, Komponente (A), die aus einer oder mehreren chiralen Verbindungen besteht und
 - 35 - optional eine achirale Komponente, Komponente (B), die aus einer oder mehreren chiralen Verbindungen besteht, enthält.

Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung näher erläutert.

5 Bevorzugt wird als Steuermedium des Lichtsteuerelements ein mesogenes Medium verwendet. Als mesogene Medien werden in der vorliegenden Anmeldung Medien bezeichnet, die eine Mesophase aufweisen, die in einer Mesophase löslich sind oder eine Mesophase induzieren. Die Mesophase ist eine smektische oder eine nematische Phase, bevorzugt eine nematische Phase.

10 Das Steuermedium weist bevorzugt eine oder mehrere Mesophasen auf, besonders bevorzugt mindestens eine cholesterische, bzw. chiral nematische Phase auf.

15 Als bevorzugtes Medium zur Untersuchung der mesogenen Eigenschaften der Materialien die keine Mesophase aufweisen wird die nematische Mischung ZLI-4792 der Merck KGaA, Darmstadt, Deutschland verwendet. Bevorzugt haben die mesogenen Materialien einen aus 10%-iger Lösung in dieser Mischung extrapolierten Klärpunkt von -100°C oder mehr, besonders bevorzugt von -50°C oder mehr und ganz besonders bevorzugt von -20°C oder mehr.

20 Das Steuermedium enthält eine chirale Dotierkomponente, Komponente (A), und optional eine achirale Komponente, Komponente (B).

25 Die chirale Komponente (B) besteht aus einer oder mehreren chiralen Verbindungen. Diese chiralen Verbindungen haben eine mesogenen Struktur und weisen bevorzugt selbst eine oder mehrere Mesophasen, bevorzugt mindestens eine cholesterische Phase auf.

30 In einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besteht das mesogene Steuermedium nur aus der chiralen Komponente (A). In diesem Fall enthält das Steuermedium eine oder mehrere, bevorzugt zwei oder mehr, besonders bevorzugt drei, vier oder mehr chirale Verbindungen. 35 Bevorzugt enthält das Steuermedium eine oder mehrere Verbindungen, die eine cholesterische Phase aufweisen.

In einer weiteren, bevorzugten, Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besteht das mesogene Steuermedium aus einer chiralen Komponente (A) und einer achiralen Komponente (B). In diesem Fall enthält die chirale Komponente eine oder mehrere, bevorzugt zwei oder mehr chirale Verbindungen und die achirale Komponente (B) eine oder mehrere, bevorzugt zwei oder mehr, besonders bevorzugt drei, vier oder mehr achirale Verbindungen.

Bevorzugt weisen eine oder mehrere der chiralen Verbindungen der Komponente (A) eine Mesophase, bevorzugt eine cholesterische Phase auf.

Bevorzugt weisen eine oder mehrere der achiralen Verbindungen der Komponente (B) eine Mesophase, bevorzugt eine smektische und/oder nematische, bevorzugt eine nematische Phase auf.

In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung macht die achirale Komponente (B) den überwiegenden Teil des Steuermediums aus. In diesem Fall wird das mesogene Verhalten des Steuermediums meist überwiegend von der achiralen Komponente (B) bestimmt. In dieser Ausführungsform beträgt die Konzentration der chiralen Komponente im Steuermedium bevorzugt 0,5% bis 45%, besonders bevorzugt 1% bis 35% und ganz besonders bevorzugt 3% bis 25%.

In dieser Ausführungsform kann der cholesterische Pitch des Steuermediums in der cholesterischen, auch chiral nematisch genannten, Phase in erster Näherung durch Gleichung (1) wiedergegeben werden.

$$P = (\text{HTP} \cdot c)^{-1} \quad (1)$$

worin P den cholesterischen Pitch,
 c die Konzentration der chiralen Komponente (A)

und

HTP (Englisch „helical twisting power“) eine Konstante, die das Verdrillungsvermögen der chiralen

Substanz charakterisiert und von der chiralen Substanz (Komponente (A)) und von der achiralen Komponente (B) abhängt
darstellt.

5

Soll die Bestimmung des Pitches genauer erfolgen, kann die Gleichung (1) entsprechend abgewandelt werden. Meist wird hierzu die Entwicklung des cholesterischen Pitches in Form eines Polynoms (2) verwendet.

10

$$P = (\text{HTP} \cdot c)^{-1} + (a \cdot c)^{-2} (b \cdot c)^{-3} + \dots \quad (2)$$

worin die Parameter die oben bei Gleichung (1) gegebene Bedeutung haben und

15

a und b Konstanten die von der chiralen Komponente (A) und von der achiralen Komponente (B) abhängen

darstellen.

20

Das Polynom kann bis zu dem Grad fortgeführt werden, der die gewünschte Genauigkeit ermöglicht.

Besteht die chirale Komponente (A) aus zwei oder mehreren Verbindungen wird Gleichung (1) abgewandelt zu Gleichung (3).

25

$$P = \sum_i (\text{HTP}(i) \cdot c_i)^{-1} \quad (3)$$

worin P den cholesterischen Pitch,
c_i die Konzentration der i-ten Verbindung der chiralen Komponente (A) und
HTP(i) die HTP der i-ten Verbindung der chiralen Komponente (A) in der achiralen Komponente (B) darstellt.

30

35

Die Temperaturabhängigkeit der HTP wird üblicherweise auch in einer Polynomentwicklung (4) dargestellt, wobei oft bereits nach dem linearen Glied abgebrochen werden kann.

$$\text{HTP}(T) = \text{HTP}(T_0) + A \cdot (T - T_0) + B \cdot (T - T_0)^2 + \dots \quad (4)$$

5 worin die Parameter die oben bei Gleichung (1) gegebene
Bedeutung haben und

T die Temperatur,

T₀ die Bezugstemperatur,

HTP(T) die HTP bei der Temperatur T,

HTP(T₀) die HTP bei der Temperatur T₀ und

10 A und B Konstanten die von der chiralen Komponente
(A) und von der achiralen Komponente (B)
abhängen

darstellen.

15 In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält
die chirale Komponente (A) eine oder mehrere chirale Verbindungen mit
einer HTP (Englisch „helical twisting power“) in der kommerziellen,
nematischen Wirtsmischung MLC-6260 der Fa. Merck KGaA, Darmstadt
von 10 µm⁻¹ oder mehr, bevorzugt von 30 µm⁻¹ oder mehr, besonders
20 bevorzugt von 50 µm⁻¹ oder mehr und ganz besonders bevorzugt von
90 µm⁻¹ oder mehr.

In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält
die chirale Komponente (A) zwei oder mehr chirale Verbindungen.
25 Bevorzugt haben die chiralen Verbindungen alle das selbe Vorzeichen der
HTP.

Bevorzugt beträgt die optische Anisotropie des Steuermediums bei einer
Temperatur von 4 Grad unterhalb des Klärpunkts 0,080 oder mehr.

30 Bevorzugt hat das Steuermedium einen Klärpunkt im Bereich von -30°C
bis 80°C, bevorzugt bis 55°C.

Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente enthalten bevorzugt ein
35 mesogenes Medium, das bei Betriebstemperatur in der isotropen Phase

vorliegt. Dieses Medium befindet sich zweckmäßiger Weise auf bzw. unter einem Substrat.

In der Regel befindet sich das Steuermedium zwischen zwei Substraten.

5 Diese Ausführungsform ist bevorzugt. Wenn sich das Steuermedium zwischen zwei Substraten befindet ist mindestens eines dieser Substrate lichtdurchlässig. Das lichtdurchlässige Substrat, bzw. die lichtdurchlässigen Substrate können z. B. aus Glas, Quarz oder Kunststoff bestehen. Wird ein Substrat verwendet, das nicht lichtdurchlässig ist, so
10 kann dies unter anderem aus einem Metall oder einem Halbleiter bestehen. Diese Medien können als solche verwendet werden oder auf einem Träger, z.B. einem Glas- oder Quarzsubstrat oder einer Keramik, vorliegen. Ist das Steuermedium ein polymeres Medium so kann gegebenenfalls auf die Verwendung eines zweiten Substrats verzichtet
15 werden. Polymere Steuermedien können sogar selbsttragend ausgeführt werden. In diesem Fall wird gar kein Substrat benötigt.

Die Betriebstemperatur des Lichtsteuerelements liegt bevorzugt oberhalb der Übergangstemperatur des Steuermediums zur isotropen Phase, in der
20 Regel im Bereich von $0,1^\circ$ bis 50° oberhalb dieser Übergangstemperatur, bevorzugt im Bereich von $0,1^\circ$ bis 10° oberhalb dieser Übergangstemperatur und besonders bevorzugt im Bereich von $0,1^\circ$ bis 5° oberhalb dieser Übergangstemperatur.

25 Bei Anlegen einer Spannung wird in dem mesogenen Medium in der isotropen Phase eine Orientierung induziert welche zu einer optischen Verzögerung führt, die auf bekannte Weise visualisiert werden kann. Bevorzugt wird ein inhomogenes elektrisches Feld angewendet.

30 Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente enthalten mindestens ein Element zur Polarisierung des Lichts. Zusätzlich enthalten sie bevorzugt ein weiteres optisches Element. Dieses weitere optische Element ist entweder ein zweites Element zur Polarisierung des Lichts, ein Reflektor oder ein Transfektor.

35

Die optischen Elemente sind so angeordnet, dass das Licht beim Durchgang durch das mesogene Medium des Lichtsteuerelements sowohl vor dem Eintritt in das mesogene Medium, als auch nach dem Austritt aus dem mesogenen Medium mindestens einmal mindestens ein polarisierendes Element durchläuft.

In einer bevorzugten Ausführungsform des Lichtsteuerelements gemäß der vorliegenden Erfindung befindet sich das mesogene Medium zwischen zwei Polarisatoren, also einem Polarisator und einem Analysator.

Bevorzugt werden zwei Linearpolarisatoren verwendet. In dieser Ausführungsform sind die Absorptionsachsen der Polarisatoren bevorzugt gekreuzt und bilden bevorzugt einen Winkel von 90° .

Optional enthält das erfindungsgemäße Lichtsteuerelement eine oder mehrere doppelbrechende Schichten. Bevorzugt enthält es eine $\lambda/4$ -Schicht oder mehrere $\lambda/4$ -Schichten, bevorzugt eine $\lambda/4$ -Schicht. Die optische Verzögerung der $\lambda/4$ -Schicht beträgt bevorzugt ca. 140 nm.

Die Schichtdicke (d) des mesogenen Steuermediums beträgt bevorzugt $0,1\text{ }\mu\text{m}$ bis $5.000\text{ }\mu\text{m}$ (i.e. 5 mm), besonders bevorzugt $0,5\text{ }\mu\text{m}$ bis $1.000\text{ }\mu\text{m}$ (i.e. 1 mm), besonders bevorzugt $1,0\text{ }\mu\text{m}$ bis $100\text{ }\mu\text{m}$ und ganz besonders bevorzugt $3,0\text{ }\mu\text{m}$ bis $30\text{ }\mu\text{m}$ und insbesondere $3,5\text{ }\mu\text{m}$ bis $20\text{ }\mu\text{m}$. In einer bevorzugten Ausführungsform beträgt die Schichtdicke des mesogenen Steuermediums bevorzugt $0,5\text{ }\mu\text{m}$ bis $50\text{ }\mu\text{m}$, besonders bevorzugt $1,0\text{ }\mu\text{m}$ bis $20\text{ }\mu\text{m}$ und ganz besonders bevorzugt $1,0\text{ }\mu\text{m}$ bis $8,0\text{ }\mu\text{m}$.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind auch elektrooptische Anzeigen, die ein oder mehrere erfindungsgemäße Lichtsteuerelemente enthalten. Bevorzugt werden diese elektrooptischen Anzeigen mittels einer aktiven Matrix angesteuert.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind des weiteren elektrooptische Anzeigesysteme enthaltend eine oder mehrere erfindungsgemäße elektrooptische Anzeigen. Diese elektrooptischen Anzeigesysteme werden bevorzugt zur Darstellung von Information, unter anderem, bevorzugt als

Fernsehbildschirm oder als Computermonitor verwendet. Bei der darzustellenden Information handelt es sich bevorzugt um digitale Signale oder um Videosignale.

5 Das erfindungsgemäße Lichtsteuerelement kann zusätzlich ein oder mehrere weitere übliche optische Elemente wie doppelbrechende Schichten (z.B. Kompensationsschichten), Diffusorschichten, und Elemente zur Erhöhung der Helligkeit und/oder der Lichtausbeute und/oder der Blickwinkelabhängigkeit enthalten, wobei diese Aufzählung
10 nicht abschließend ist.

Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente sind durch einen guten Kontrast gekennzeichnet, der stark und nahezu überwiegend von den Eigenschaften der verwendeten Polarisatoren abhängt. Zum Vergleich mit
15 herkömmlichen TN-Zellen werden hier TN-Zellen mit einer optischen Verzögerung von $0,50\ \mu\text{m}$, positivem Kontrast und der Absorptionsachse der Polarisatoren senkrecht zu der Vorzugsorientierung der nematischen Flüssigkristalle am benachbarten Substrat, die nicht chirale Flüssigkristalle enthalten, herangezogen. Werden bei den erfindungsgemäßen
20 Lichtsteuerelementen und bei diesen herkömmlichen TN-Zellen die gleichen Polarisatoren verwendet, ist der Kontrast der erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente um 40% oder mehr größer als der, der TN-Zellen.

Die Blickwinkelabhängigkeit des Kontrasts der erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente ist sehr gut. Sie ist deutlich besser als die der bekannten ECB-Zellen. Sie ist eher vergleichbar mit der bei den kommerziell verfügbaren IPS-Anzeigen (z.B. von Hitachi und NEC, beide Japan) und MVA-Anzeigen (z.B. von Fujitsu, Japan) beobachteten
25 Blickwinkelabhängigkeit. Sie ist viel geringer als die der konventionellen TN-Anzeigen. So schließt eine Isokontrastkurve eines gegebenen Kontrastverhältnisses bei den erfindungsgemäßen Lichtsteuerelementen in der Regel einen Winkelbereich ein, die mehr als doppelt so groß, oft sogar mehr als dreimal so groß ist wie die entsprechende Isokontrastkurve für das gleiche Kontrastverhältnis bei der TN-Anzeige.
30
35

Die Schaltzeiten der erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente sind sehr klein. Sie liegen in der Regel bei Werten von 5 ms oder weniger, bevorzugt bei 1 ms oder weniger, besonders bevorzugt bei 0,5 ms oder weniger und ganz besonders bevorzugt bei 0,1 ms oder weniger.

5

Besonders vorteilhaft ist die Tatsache, dass beim Schalten zwischen verschiedenen Graustufen sowohl die Schaltzeit für das Ausschalten, als auch, besonders überraschend, die für das Einschalten nahezu unabhängig von der verwendeten Ansteuerspannung sind. Dies stellt einen wesentlichen Vorteil gegenüber herkömmlichen Lichtsteuerelementen, wie Flüssigkristallzellen, z.B. TN-Zellen, dar.

10

15

Die elektrooptische Kennlinie wurde durch charakteristische Spannungen charakterisiert. Hierzu wurden insbesondere die Spannungen verwendet, bei denen 10%, 50% bzw. 90% relativer Kontrast erreicht wird. Diese Spannungen (kurz V_{10} , V_{50} und V_{90}) werden auch als Schwellen-, Mittgrau- bzw. Sättigungsspannung bezeichnet. Zusätzlich wurde in der Regel die Spannung bei der 70% relativer Kontrast erreicht wird (V_{70}), bestimmt.

20

Elektrooptische Anzeigen gemäß der vorliegenden Erfindung enthalten ein oder mehrere erfindungsgemäße Lichtsteuerelemente. Diese werden in einer bevorzugten Ausführungsform mittels einer Aktiven Matrix angesteuert.

25

In einer anderen bevorzugten Ausführungsform werden die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente im sogenannten „field sequential mode“ angesteuert. Hierbei werden die Schaltelemente synchron zur Ansteuerung nacheinander mit verschieden farbigem Licht beleuchtet. Zur Erzeugung des gepulsten farbigen Lichts können beispielsweise ein Farbrad („color wheel“), Stroboskoplampen oder Blitzlampen eingesetzt werden.

30

35

Elektrooptische Anzeigen gemäß der vorliegenden Erfindung können, insbesondere wenn sie für Fernsehbildschirme, Computermonitore oder ähnliches verwendet werden, zur Darstellung farbiger Bilder einen Farbfilter enthalten. Dieser Farbfilter besteht zweckmäßiger Weise aus einem

Mosaik von Filterelementen verschiedener Farben. Hierbei ist typischer Weise jedem elektro-optischen Schaltelement ein Element des Farbfiltermosaiks einer Farbe zugeordnet.

5 Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente enthalten eine Elektrodenstruktur die ein elektrisches Feld mit einer signifikanten Komponente parallel zur Schicht des mesogenen Mediums erzeugt. Diese Elektrodenstruktur kann in der Form von interdigitalen Elektroden ausgeführt sein. Sie kann in Form von Kämmen oder Leitern ausgeführt sein. Auch Ausführungen in Form von überlagerten „H“s und Doppel-„T“s bzw. „I“s sind vorteilhaft. Die Elektrodenstruktur befindet sich vorteilhaft auf nur einer Seite des mesogenen Mediums, bei Verwendung mindestens eines Substrats bevorzugt zwischen diesem und dem mesogenen Medium. Bevorzugt liegt die Elektrodenstruktur in mindestens zwei unterschiedlichen Ebenen die sich beide auf einer Seite des mesogenen Steuermediums befinden, vor, dies gilt insbesondere, wenn die Elektrodenstruktur überlappende Teilstrukturen enthält. Diese Teilstrukturen werden vorteilhafter Weise durch eine dielektrische Schicht voneinander getrennt. Wenn sich die Teilstrukturen auf den gegenüberliegenden Seiten einer Isolationsschicht befinden kann ein „lay out“ gewählt werden, das die Realisierung von Kondensatoren erlaubt. Dies ist insbesondere bei der Ansteuerung von Anzeigen mittels einer aktiven Matrix vorteilhaft. Derartige aktiv Matrix Anzeigen verwenden eine Matrix von den einzelnen Lichtsteuerelementen zugeordneten Ansteuerelementen mit einer nichtlinearen Strom-Spannungs-Kennlinie, wie z. B. TFTs oder MIM- (Englisch: „metal insulator metal“) Dioden.

Der Aufbau von Lichtsteuerelementen mit einem mesogenen Steuermedium ist im Prinzip in DE 102 172 73.0 beschrieben. Hier wird der Aufbau der erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente kurz beschrieben. Das Schaltelement enthält den zwischen den inneren Oberflächen der Substrate das Steuermedium. Auf der inneren Oberfläche des einen Substrats befindet sich die Elektrodenstruktur mit mindestens zwei Elektroden, die mit voneinander verschiedenen Potentialen beaufschlagt werden können.

Die Elektroden können aus durchsichtigem Material bestehen, wie z. B. Indiumzinnoxid (ITO). In diesem Fall kann es vorteilhaft und gegebenenfalls nötig sein einen Teil oder Teile des Lichtsteuerelements mittels einer schwarzen Maske abzudecken. Dies erlaubt Bereiche in denen das elektrische Feld nicht effektiv ist abzuschirmen und so den Kontrast zu verbessern. Die Elektroden können aber auch aus undurchsichtigem Material bestehen, üblicherweise aus Metall, z.B. aus Chrom, Aluminium, Kupfer, Silber oder Gold, bevorzugt aus Chrom. In diesem Fall kann der Einsatz einer separaten schwarzen Maske gegebenenfalls entfallen.

Das verwendete elektrische Feld ist bevorzugt ein inhomogenes Feld.

Es wurde gefunden, dass der seitliche Abstand der Elektroden, die mit verschiedenem Potential beaufschlagt werden können, voneinander einen starken Einfluß auf die charakteristischen Spannungen der Lichtsteuerelemente hat. Mit abnehmendem Abstand nimmt die benötigte Ansteuerspannung ab. Wenn der Abstand jedoch kleiner wird, wird auch das Öffnungsverhältnis des Lichtsteuerelements kleiner und die Helligkeit nimmt ab. Bevorzugt haben die Elektroden einen Abstand voneinander der im Bereich von 0,5 μm bis 100 μm , bevorzugt im Bereich von 1 μm bis 20 μm , besonders bevorzugt im Bereich von 1 μm bis 15 μm , ganz besonders bevorzugt im Bereich von 2 μm bis 12 μm und am meisten bevorzugt im Bereich von 3 μm bis 11 μm liegt. Bevorzugt beträgt der Abstand der Elektroden zueinander 19 μm oder weniger, besonders bevorzugt 15 μm oder weniger, ganz besonders bevorzugt 10 μm oder weniger und insbesondere bevorzugt 9 μm oder weniger.

Die Breite der Elektroden in der Richtung zu den Nachbarelektroden, die mit verschiedenem Potential beaufschlagt werden können, ist weniger kritisch als der Abstand der Elektroden in dieser Richtung. Er hat nahezu keinen Einfluß auf die charakteristischen Spannungen der Lichtsteuerelemente. Mit zunehmender Breite der Elektroden wird jedoch das Öffnungsverhältnis des Lichtsteuerelements kleiner und die Helligkeit nimmt ab, insbesondere wenn die Elektroden aus lichtundurchlässigem Material bestehen. Mit abnehmender Breite der Elektroden nimmt dagegen ihr elektrischer Widerstand zu. Bevorzugt haben die Elektroden eine Breite

die im Bereich von 0,5 μm bis 30 μm , bevorzugt im Bereich von 0,5 μm bis 20 μm , besonders bevorzugt im Bereich von 0,7 μm bis 19 μm , ganz besonders bevorzugt im Bereich von 1 μm bis 9 μm und am meisten bevorzugt im Bereich von 1,5 μm bis 6 μm liegt.

5

Die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung weisen bevorzugt eine nematische Phase auf. Es können jedoch auch Medien verwendet werden, bei denen der Temperaturbereich der nematischen Phase so schmal ist, dass praktisch ein Übergang von der kristallinen Phase oder von der smektischen Phase in die isotrope Phase erfolgt.

10

Der Klärpunkt der eine cholesterische Phase aufweisenden mesogenen Medien liegt bevorzugt im Bereich von -20°C , bevorzugt -30°C bis 80°C , bevorzugt bis 60°C , besonders bevorzugt im Bereich von 0°C bis 60°C , bevorzugt bis 55°C und ganz besonders bevorzugt im Bereich von 20°C bis 60°C , bevorzugt bis 50°C . Bei Anzeigen mit Hintergrundbeleuchtung liegt der Klärpunkt bevorzugt im Bereich von 10°C bis 70°C und besonders bevorzugt im Bereich von 30°C bis 60°C .

15

20

Die cholesterische Phase ist bevorzugt stabil bis -10°C , besonders bevorzugt bis -30°C und ganz besonders bevorzugt bis -40°C .

25

Die optische Anisotropie des Mediums bei einer Temperatur von 4° unterhalb des Klärpunkts des Mediums beträgt bevorzugt 0,080 oder mehr, besonders bevorzugt 0,090 oder mehr und ganz besonders bevorzugt 0,100 oder mehr.

30

In einer bevorzugten Ausführungsform weist die achirale Komponente (B) der erfindungsgemäßen, mesogenen Medien in der nematischen Phase bei einer Temperatur von 4 Grad unterhalb des dem Klärpunkts bevorzugt eine Doppelbrechung (Δn) von 0,100 oder mehr, besonders bevorzugt von 0,150 oder mehr und ganz besonders bevorzugt von 0,200 oder mehr auf. In dieser bevorzugten Ausführungsform beträgt die Konzentration der chiralen Komponente (A) 20% oder weniger, bevorzugt 10% oder weniger und ganz besonders bevorzugt 7% oder weniger des mesogenen Mediums.

35

Der Wert der Doppelbrechung ist für die erfindungsgemäße Anwendung so gut wie unbegrenzt. Praktisch ist er jedoch in der Regel 0,500 oder kleiner und meist 0,450 oder kleiner. Der Wert der Doppelbrechung der erfindungsgemäßen Medien wird hier in der nematischen Phase bei einer Temperatur von 4° unterhalb des Klärpunkts gemessen.

Ist die achirale Komponente des Steuermediums (Komponente (B)) bei dieser Temperatur nicht stabil nematisch oder zumindest bis zu dieser Temperatur in der nematischen Phase unterkühlbar, so wird, ebenso wie bei Einzelsubstanzen und Vormischungen, die Doppelbrechung einer Mischung aus dem Medium und der nematischen Mischung ZLI-4792 der Merck KGaA bei 20°C bestimmt und aus der Änderung gegenüber der Mischung ZLI-4792 auf den Wert des reinen Mediums extrapoliert. Es werden 10% des Mediums und 90% der Mischung ZLI-4792 verwendet. Wenn die Löslichkeit des Mediums nicht ausreicht wird auf eine Konzentration von 5% ausgewichen und falls die Löslichkeit dann immer noch nicht ausreicht wird als Wirtsmischung die nematische Mischung MLC-6828 verwendet, wie unten weiter beschrieben, und nötigenfalls auch hier die Konzentration von 10% auf 5% verringert. Das Verfahren der Extrapolation der Werte aus der Wirtsmischung wird für alle entsprechenden Eigenschaften der Medien verwendet, sofern diese bei der entsprechenden Temperatur nicht in der nematischen Phase untersucht werden können.

Die Komponente (B) der mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung weist bevorzugt ein Dipolmoment von 4 Debye oder mehr, besonders bevorzugt von 6 Debye oder mehr und besonders bevorzugt von 8 Debye oder mehr auf.

Für die Lichtsteuerelemente gemäß der vorliegenden Erfindung können sowohl mesogene Steuermedien verwendet werden, deren Komponente (B) in der Mesophase eine positive dielektrische Anisotropie ($\Delta\epsilon$) aufweisen, als auch solche deren Komponente (B) in der Mesophase eine negative dielektrische Anisotropie aufweisen. Bevorzugt werden

mesogene Steuermedien verwendet, deren Komponente (B) in der Mesophase eine positive dielektrische Anisotropie ($\Delta\epsilon$) aufweisen.

5 Wenn die Komponente (B) der mesogenen Steuermedien eine positive dielektrische Anisotropie haben, hat diese bei 1 kHz und einer Temperatur von 4° unterhalb des Klärpunkts, bevorzugt in der nematischen Phase, einen Wert von bevorzugt 15 oder mehr, besonders bevorzugt 30 oder mehr und ganz besonders bevorzugt 45 oder mehr. Hat die Komponente (B) des Mediums keine nematische Phase oder liegt sie bei einer
10 Temperatur von 4° unterhalb des Klärpunkts nicht in der nematischen Phase vor, so wird ihre dielektrische Anisotropie, wie die Doppelbrechung, durch Extrapolation der Werte einer entsprechenden Wirtsmischung ermittelt.

15 Wenn Komponente (B) des mesogenen Steuermediums eine negative dielektrische Anisotropie hat, beträgt diese bevorzugt -5 oder weniger, besonders bevorzugt -7 oder weniger und ganz besonders bevorzugt -10 oder weniger. Für dielektrisch negative die Komponenten (B) der Steuermedien wird, sofern nötig, die nematische Mischung ZLI-3086 der
20 Merck KGaA als Wirtsmischung verwendet, wie für dielektrisch negative Verbindungen.

Besonders bevorzugt sind Steuermedien mit einer Komponente (B) einer positiven dielektrischen Anisotropie.

25 Bevorzugt weisen die erfindungsgemäßen Steuermedien in den erfindungsgemäßen Lichtsteuerelementen bei einer Temperatur von 2 Grad oberhalb des Klärpunkts eine charakteristische Spannung V_{70} im Bereich von 5 V bis 150 V, bevorzugt von 15 V bis 110 V, besonders
30 bevorzugt von 20 V bis 90 V und ganz besonders bevorzugt von 30 V bis 80 V auf. Besonders bevorzugt haben die erfindungsgemäßen Steuermedien in den erfindungsgemäßen Lichtsteuerelementen bei einer Temperatur von 2 Grad oberhalb des Klärpunkts eine charakteristische Spannung von 105 V oder weniger, bevorzugt von 95 V oder weniger,
35 besonders bevorzugt von 75 V oder weniger und ganz besonders bevorzugt von 65 V oder weniger.

Bevorzugt weisen die erfindungsgemäßen Steuermedien in den erfindungsgemäßen Lichtsteuerelementen eine geringe Temperaturabhängigkeit der charakteristischen Spannungen, beispielsweise V_{10} , V_{50} , V_{70} und V_{90} auf. Die Temperaturabhängigkeit (dV_X/dT) der charakteristischen Spannungen (V_X) wird bevorzugt durch ihre relativen Werte (dV_X^*/dT) beschrieben. Hierzu wird sie auf die jeweilige charakteristische Spannung bei einer Referenztemperatur bezogen. Die Referenztemperatur ($T_{ref.}$) ist die Temperatur von 2° oberhalb des Klärpunkts des jeweiligen Steuermediums.

$$dV_X^*/dT = dV_X(T_{ref.})/dT / V_X(T_{ref.}) \quad (5)$$

worin

V_X : die Spannung bei der X % relativem Kontrast erreicht wird,

T die Temperatur,

$T_{ref.}$ die Bezugstemperatur, bevorzugt $T(N,I)+2^\circ$,

$T(N,I)$ den Klärpunkt des Steuermediums

darstellen.

Bevorzugt wird die relative Temperaturabhängigkeit der charakteristischen Spannungen, bevorzugt von V_{70} , über einen bestimmten Temperaturbereich beginnend unterhalb bis oberhalb der gewünschten Betriebstemperatur angegeben. Bevorzugt liegt die Betriebstemperatur in einem Bereich von $0,5^\circ$ bis 30° , besonders bevorzugt von 1° bis 20° und ganz besonders bevorzugt von 1° bis 10° oberhalb des Klärpunkts des Steuermediums in der Zelle. Zum Vergleich der Temperaturabhängigkeiten der charakteristischen Spannungen wird in dieser Anmeldung der Bereich von einem Grad unterhalb bis einem Grad oberhalb einer Temperatur von 2 Grad oberhalb des Klärpunkts des Steuermediums angegeben, sofern nicht explizit anders angegeben.

Der Betrag und bevorzugt der Wert der Temperaturabhängigkeit in diesem Temperaturbereich liegt bevorzugt im Bereich von $0\%/^\circ$ bis $30\%/^\circ$, bevorzugt im Bereich von $0\%/^\circ$ bis $23\%/^\circ$, bevorzugt bis $22\%/^\circ$, bevorzugt

bis 20%/° , besonders bevorzugt im Bereich von 0%/° bis 15 %/° , bevorzugt bis 12%/° und ganz besonders bevorzugt von 0 %/° bis 7%/°.

5 Die erfindungsgemäßen Lichtschaltelemente haben bevorzugt eine geringe Temperaturabhängigkeit über einen weiten Bereich von Betriebstemperaturen.

10 Besonders bevorzugt gelten die genannten Grenzen für die Temperaturabhängigkeit über einen Temperaturbereich von +/-1° oder mehr um die Betriebstemperatur im Bereich der Betriebstemperaturen ausgewählt aus dem Bereich von 2° oberhalb des Klärpunkts bis 10° oberhalb des Klärpunkts, besonders bevorzugt über einen Temperaturbereich von +/-4° um in die Temperatur von 5° oberhalb des Klärpunkts, insbesondere bevorzugt über einen Temperaturbereich von +/-1° oder mehr um die Betriebstemperatur im Bereich der Betriebstemperaturen ausgewählt aus dem Bereich von 2° oberhalb des Klärpunkts bis 20° oberhalb des Klärpunkts, ganz besonders bevorzugt über einen Temperaturbereich von +/-4°, bevorzugt +/-9° um die Temperatur von 10° oberhalb des Klärpunkts.

20 Wenn sich der Klärpunkt des Steuermediums in der Zelle von dem im „bulk“ unterscheidet, werden die charakteristischen Spannungen auf den Klärpunkt in der Zelle bezogen. In dem Fall, dass das mesogene Steuermedium bei der Bestimmung in einer Kapillare im Klärpunktsmeßgerät (der Fa. Mettler) keinen scharfen Klärpunkt aufweist, sondern einen relativ breiten Klärbereich, der typischer Weise einige Grad breit ist, wird, abweichend zur üblichen Definition, nicht der Beginn des Klärens, sondern das Ende des Klärbereichs als Klärpunkt bezeichnet.

30 Die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung bestehen bevorzugt aus zwei bis 40 Verbindungen, besonders bevorzugt aus fünf bis 30 Verbindungen und ganz besonders bevorzugt aus sieben bis 25 Verbindungen.

35 Die chiralen Verbindungen der chiralen Komponente (A) sollten vorzugsweise eine hohe HTP aufweisen. Sie werden auch chirale

Dotierstoffe genannt, da sei in der Regel in relativ geringen Konzentrationen zu mesogenen Basismischungen zugegeben werden. Sie sollten eine gute Löslichkeit in der achiralen Komponente (B) besitzen und die flüssigkristallinen Eigenschaften des mesogenen Mediums nicht oder nur in geringem Maße beeinträchtigen. Sie können gleichen oder entgegengesetzten Drehsinn und gleiche oder entgegengesetzte Temperaturabhängigkeit der Verdrillung aufweisen.

Besonders bevorzugt sind chirale Verbindungen mit einer HTP von $20 \mu\text{m}^{-1}$ oder mehr, insbesondere von $40 \mu\text{m}^{-1}$ oder mehr, besonders bevorzugt von $70 \mu\text{m}^{-1}$ oder mehr.

In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung besteht die chirale Komponente (A) aus zwei oder mehr chiralen Verbindungen, die alle das gleiche Vorzeichen der HTP haben.

Die Temperaturabhängigkeit der HTP der einzelnen Verbindungen kann groß oder klein sein. Die Temperaturabhängigkeit des Pitches des Mediums kann kompensiert werden indem Verbindungen mit unterschiedlicher Temperaturabhängigkeit der HTP in entsprechenden Verhältnissen gemischt werden.

Für die optisch aktive Komponente stehen dem Fachmann eine Vielzahl, zum Teil kommerziell erhältlicher, chiraler Dotierstoffe zur Verfügung, wie z.B. Cholesterylnonanoat, R/S-811, R/S-1011, R/S-2011, R/S-3011 oder CB15 (Merck KGaA, Darmstadt).

Besonders geeignete Dotierstoffe sind Verbindungen, die einen oder mehrere chirale Reste und eine oder mehrere mesogene Gruppen, oder eine oder mehrere aromatische oder alicyclische Gruppen, die mit dem chiralen Rest eine mesogene Gruppe bilden, aufweisen.

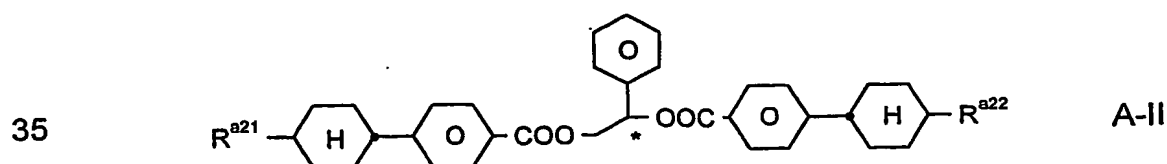
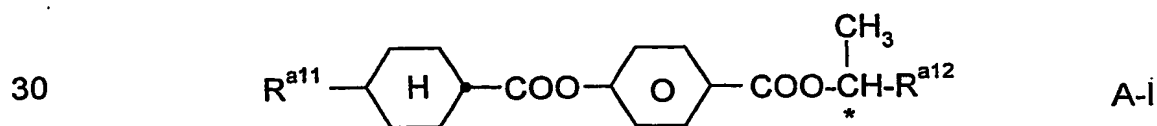
Geeignete chirale Reste sind beispielsweise chirale verzweigte Kohlenwasserstoffreste, chirale Ethandiole, Binaphthole oder Dioxolane, ferner ein- oder mehrbindige chirale Reste ausgewählt aus der Gruppe enthaltend Zuckerderivate, Zuckeralkohole, Zuckersäuren, Milchsäuren,

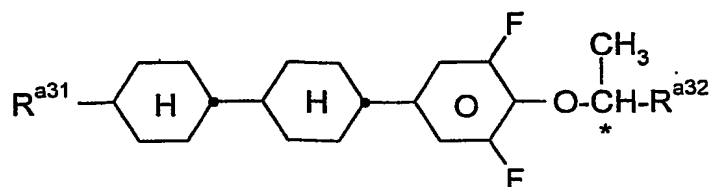
chirale substituierte Glykole, Steroidderivate, Terpendervative, Aminosäuren oder Sequenzen von wenigen, vorzugsweise 1-5, Aminosäuren.

- 5 Bevorzugte chirale Reste sind Zuckerderivate wie Glucose, Mannose, Galactose, Fructose, Arabinose, Dextrose; Zuckeralkohole wie beispielsweise Sorbitol, Mannitol, Iditol, Galactitol oder deren Anhydroderivate, insbesondere Dianhydrohexite wie Dianhydrosorbit (1,4:3,6-Dianhydro-D-sorbit, Isosorbit), Dianhydromannit (Isosorbit) oder
- 10 Dianhydroidit (Isoidit); Zuckersäuren wie beispielsweise Gluconsäure, Gulonsäure, Ketogulonsäure; chirale substituierte Glykolreste wie beispielsweise Mono- oder Oligoethylen- oder propylenglykole, worin eine oder mehrere CH₂-Gruppen durch Alkyl oder Alkoxy substituiert sind; Aminosäuren wie beispielsweise Alanin, Valin, Phenylglycin oder
- 15 Phenylalanin, oder Sequenzen von 1 bis 5 dieser Aminosäuren; Steroidderivate wie beispielsweise Cholesteryl- oder Cholsäurereste; Terpendervative wie beispielsweise Menthyl, Neomenthyl, Campheyl, Pineyl, Terpeneyl, Isolongifolyl, Fenchyl, Carreyl, Myrthenyl, Nopyl, Geraniyl, Linaloyl, Neryl, Citronellyl oder Dihydrocitronellyl.

20 Geeignete chirale Reste und mesogene chirale Verbindungen sind beispielsweise in DE 34 25 503, DE 35 34 777, DE 35 34 778, DE 35 34 779 und DE 35 34 780, DE43 42 280, EP 01 038 941 und DE 195 41 820 beschrieben.

5 Besonders bevorzugt sind Dotierstoffe ausgewählt aus der Gruppe enthaltend Verbindungen der folgenden Formeln A-I bis A-III.





A-III

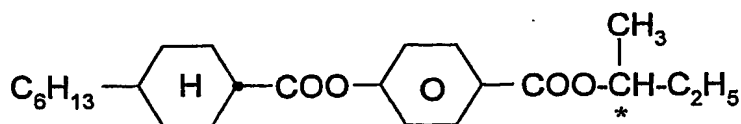
worin

R^{a11} und R^{a12} , voneinander unabhängig, Alkyl, Oxaalkyl oder Alkenyl mit 2 bis 9, bevorzugt bis 7 C-Atomen und R^{a11} auch Methyl oder Alkoxy mit 1 bis 9 C-Atomen, bevorzugt beide Alkyl, bevorzugt n-Alkyl,

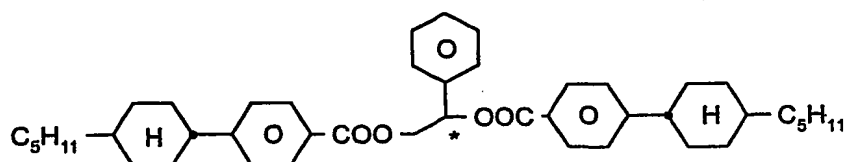
R^{a21} und R^{a22} , voneinander unabhängig, Alkyl oder Alkoxy mit 1 bis 9, bevorzugt bis 7 C-Atomen Oxaalkyl, Alkenyl oder Alkenyloxy mit 2 bis 9, bevorzugt bis 7 C-Atomen, bevorzugt R^{a21} R^{a22} , bevorzugt Alkyl, bevorzugt n-Alkyl,

R^{a31} und R^{a32} , voneinander unabhängig, Alkyl, Oxaalkyl oder Alkenyl mit 2 bis 9, bevorzugt bis 7 C-Atomen und R^{a11} auch Methyl oder Alkoxy mit 1 bis 9 C-Atomen, bevorzugt beide Alkyl, bevorzugt n-Alkyl,

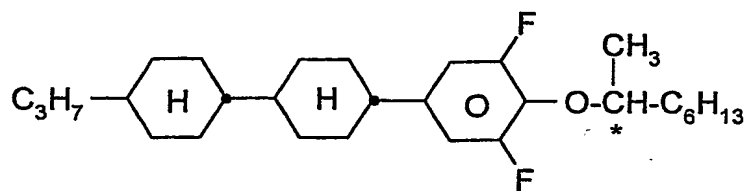
Besonders bevorzugt sind Dotierstoffe ausgewählt aus der Gruppe enthaltend Verbindungen der folgenden Formeln A-I-1 bis A-III-1



A-I-1



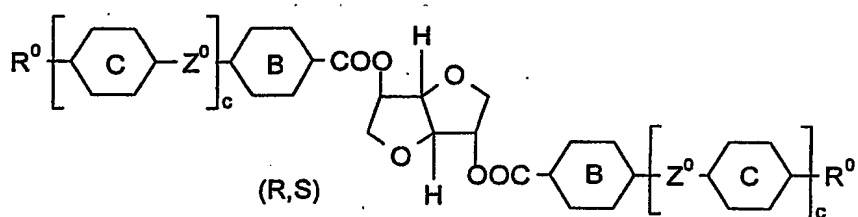
A-II-1



A-III-1

5

Weitere bevorzugte Dotierstoffe sind Derivate des Isosorbid, Isomannit oder Isoidit der folgenden Formel A-IV

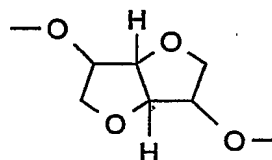


A-IV

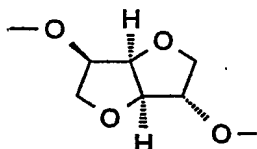
10

15

worin die Gruppe

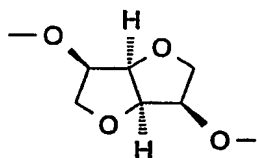


20



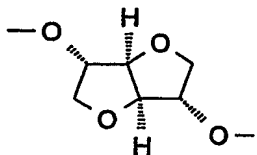
(Dianhydrosorbitol),

25



(Dianhydromannitol), oder

30

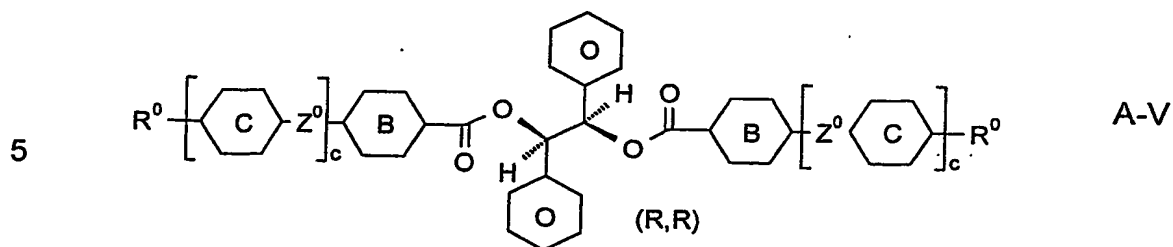


(Dianhydroiditol),

vorzugsweise Dianhydrosorbitol, bedeutet,

35

sowie chirale Ethandiole wie z.B. Diphenylethandiol (Hydrobenzoin), insbesondere mesogene Hydrobenzoinderivate der folgenden Formel A-V



einschließlich der jeweils nicht gezeigten (R,S), (S,R), (R,R) und (S,S) Enantiomere bzw. Diastereomere.

worin

B und C jeweils unabhängig voneinander 1,4-Phenylen, welches auch durch L mono-, di- oder trisubstituiert sein kann, oder 1,4-Cyclohexylen,

L H, F, Cl, CN oder optional halogeniertes Alkyl, Alkoxy, Alkylcarbonyl, Alkoxycarbonyl oder Alkoxycarbonyloxy mit 1-7 C-Atomen;

c 0 oder 1,

Z^0 -COO-, -OCO-, -CH₂CH₂- oder eine Einfachbindung, und

R⁰ Alkyl, Alkoxy, Alkylcarbonyl, Alkoxy carbonyl oder Alkylcarbonyloxy mit 1-12 C-Atomen

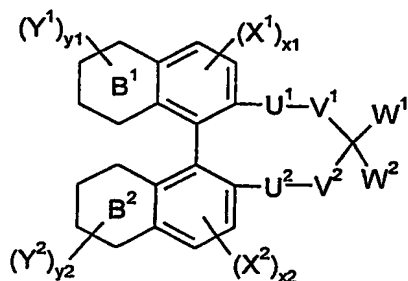
bedeuten.

Die Verbindungen der Formel A-IV sind in WO 98/00 428 beschrieben. Die Verbindungen der Formel A-V sind in GB 2 328 207(A) beschrieben.

Ganz besonders bevorzugte Dotierstoffe sind chirale Binaphthyl-derivate wie in EP 01 111 954.2 beschrieben, chirale Binaphthol-Acetalderivate wie in WO 02/34 739 beschrieben, chirale TADDOL-Derivate wie in WO 02/06 265

beschrieben, sowie chirale Dotierstoffe mit mindestens einer fluorierten Brückengruppe und einer endständigen oder zentralen chiralen Gruppe wie in WO 02/06 196 und WO 02/06 195 beschrieben.

5 Besonders bevorzugt sind chirale Verbindungen der Formel A-VI



A-VI

10 worin

15 X^1 , X^2 , Y^1 und Y^2 , jeweils unabhängig voneinander, F, Cl, Br, I, CN, SCN, SF₅, geradkettiges oder verzweigtes Alkyl mit 1 bis 25 C-Atomen, welches einfach oder mehrfach durch F, Cl, Br, I oder CN substituiert sein kann, worin auch eine oder mehrere nicht benachbarte CH₂-Gruppen, jeweils unabhängig voneinander, durch -O-, -S-, -NH-, NR⁰-, -CO-, -COO-, -OCO-, -OCOO-, -S-CO-, -CO-S-, -CH=CH- oder -C≡C- so ersetzt sein können, dass O und/ oder S-Atome nicht direkt miteinander verbunden sind, eine polymerisierbare Gruppe oder Cycloalkyl oder Aryl mit bis zu 20 C-Atomen die optional einfach oder mehrfach durch Halogen, bevorzugt F oder durch eine polymerisierbare Gruppe substituiert sein kann,

20 R^0 H oder Alkyl mit 1 bis 4 C-Atomen,

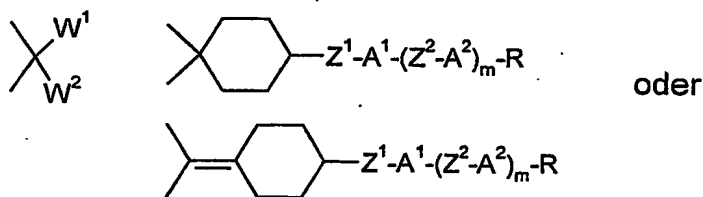
30 x^1 und x^2 , jeweils unabhängig voneinander, 0, 1, oder 2,

y^1 und y^2 , jeweils unabhängig voneinander, 0, 1, 2, 3, oder 4,

35 B^1 und B^2 , jeweils unabhängig voneinander, einen aromatischen oder einen teilweise oder ganz gesättigten aliphatischen sechsgliedrigen Ring, worin eine oder mehrere CH-Gruppen

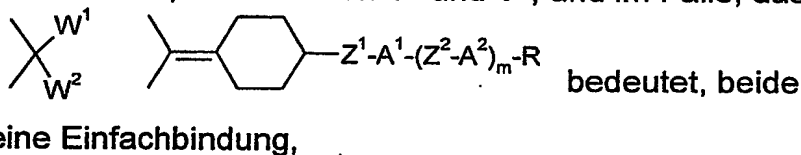
durch N-Atome und eine oder mehrere, nicht benachbarte CH₂-Gruppen durch O und/oder S,

W¹ und W², jeweils unabhängig voneinander, -Z¹-A¹-(Z²-A²)_m-R, einer von beiden alternativ auch R¹ oder A³, jedoch nicht beide gleichzeitig H, oder



U¹ und U², jeweils unabhängig voneinander, CH₂, O, S, CO, oder CS,

V¹ und V², jeweils unabhängig voneinander, (CH₂)_n, worin eine bis vier nicht benachbarte CH₂-Gruppen durch O und/oder S ersetzt sein können, und eine von V¹ und V², und im Falle, dass



Z¹ und Z², jeweils unabhängig voneinander, -O-, -S-, -CO-, -COO-, -OCO-, -O-COO-, -CO-NR⁰-, -NR⁰-CO-, -O-CH₂-, -CH₂-O-, -S-CH₂-, -CH₂-S-, -CF₂-O-, -O-CF₂-, -CF₂-S-, -S-CF₂-, -CH₂-CH₂-, -CF₂-CH₂-, -CH₂-CF₂-, -CF₂-CF₂-, -CH=N-, -N=CH-, -N=N-, -CH=CH-, -CF=CH-, -CH=CF-, -CF=CF-, -C≡C-, eine Kombination von zwei dieser Gruppen, wobei keine zwei O und/oder S und/oder N-Atome direkt aneinander gebunden sind, bevorzugt -CH=CH-COO-, oder -COO-CH=CH-, oder eine Einfachbindung,

A¹, A² und A³, jeweils unabhängig voneinander, 1,4-Phenylen, worin eine oder zwei nicht benachbarte CH-Gruppen durch N ersetzt sein können, 1,4-Cyclohexylen, worin eine oder zwei nicht benachbarte CH₂-Gruppen durch O und/oder S ersetzt sein

können, 1,3-Dioxolan-4,5-diyl, 1,3-Cyclohexenylen, 1,4-Bicyclo-(2,2,2)-oktylen, Piperidin-1,4-diyl, Haphthalin-2,6-diyl, Dekahydronaphthalin-2,6-diyl oder 1,2,3,4-Tetrahydronaphthalin-2,6-diyl, wobei jede dieser Gruppen ein oder mehrfach durch L substituiert sein kann, und außerdem A¹ eine Einfachbindung,

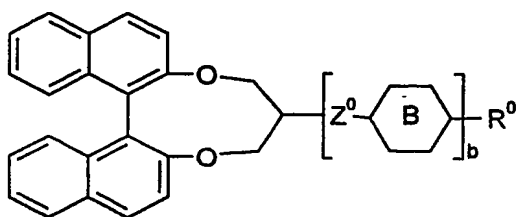
L ein Halogenatom, bevorzugt F, CN, NO₂, Alkyl, Alkoxy, Alkylcarbonyl, Alkoxycarbonyl oder Alkoxycarbonyloxy mit 1-7 C-Atomen, worin ein oder mehrere H-Atome durch F oder Cl ersetzt sein können,

m in jedem Fall unabhängig 0, 1, 2 oder 3 und

R und R¹, jeweils unabhängig voneinander, H, F, Cl, Br, I, CN, SCN, SF₅, geradkettiges oder verzweigtes Alkyl mit 1 bzw. 3 bis 25 C-Atomen, welches optional einfach oder mehrfach durch F, Cl, Br, I oder CN substituiert sein kann, und worin eine oder mehrere nichtbenachbarte CH₂-Gruppen durch -O-, -S-, -NH-, -NR⁰-, -CO-, -COO-, -OCO-, -O-COO-, -S-CO-, -CO-S-, -CH=CH- oder -C≡C- ersetzt sein können, wobei keine zwei O und/oder S Atome direkt miteinander verbunden sind, oder eine polymerisierbare Gruppe

bedeuten.

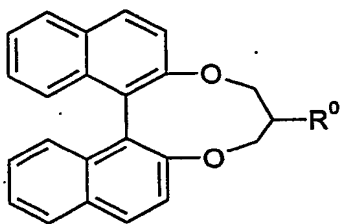
Besonders bevorzugt sind chirale Binaphthyl-derivate der Formel A-VI-1



A-VI-1

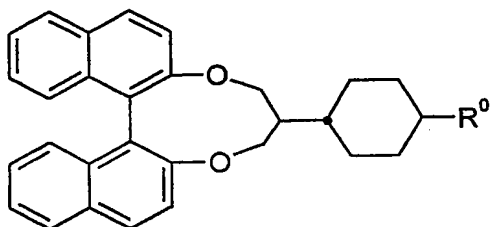
insbesondere solche ausgewählt aus folgenden Formeln A-VI-1a bis A-VI-1c

5



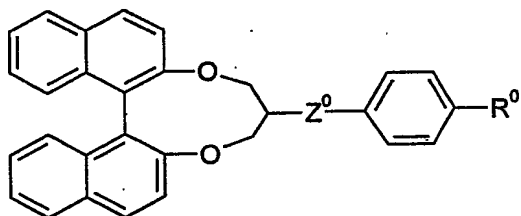
A-VI-1a

10



A-VI-1b

15



A-VI-1c

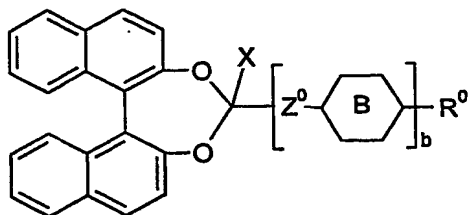
20

worin B, R^0 und Z^0 die bei Formel A-IV angegebene Bedeutung haben und b 0, 1 oder 2 ist, und Z^0 insbesondere -OCO- oder eine Einfachbindung bedeutet.

25

Besonders bevorzugt sind ferner chirale Binaphthylderivate der Formel A-VI-2

30

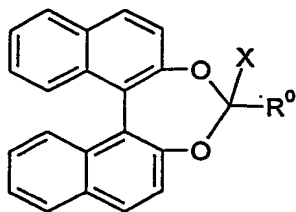


A-VI-2

35

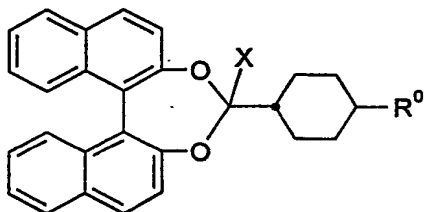
insbesondere solche ausgewählt aus folgenden Formeln A-VI-2a bis A-VI-2f

5



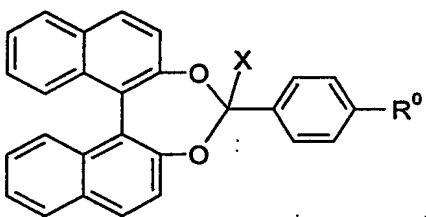
A-VI-2a

10



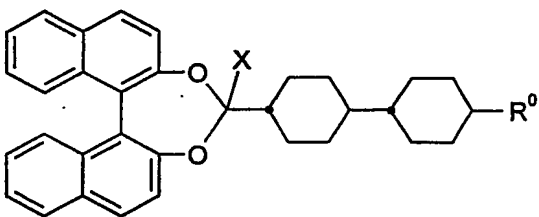
A-VI-2b

15



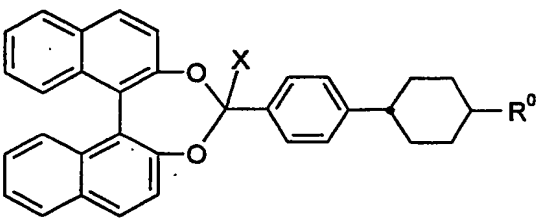
A-VI-2c

20



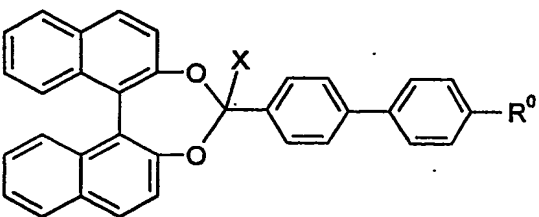
A-VI-2d

30



A-VI-2e

35



A-VI-2f

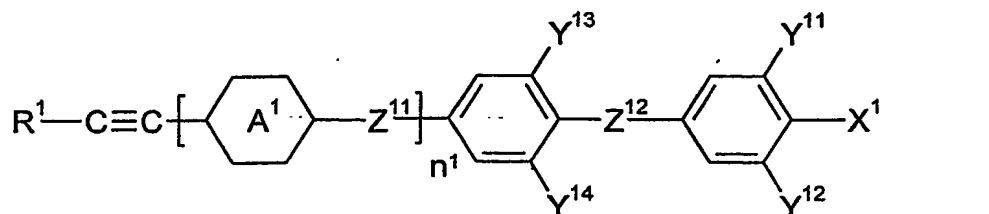
worin R^0 die bei Formel A-IV angegebene Bedeutung hat, X H, F Cl, CN oder R^0 , bevorzugt F und bedeutet.

5 Insbesondere die Dotierstoffe der oben genannten Formeln A-IV, A-V und A-VI zeigen eine gute Löslichkeit in der achiralen Komponente, und induzieren eine cholesterische Struktur mit hoher Verdrillung und geringer Temperaturabhängigkeit der Helixganghöhe. Dadurch können selbst bei Verwendung nur eines dieser Dotierstoffe in geringen Mengen erfindungsgemäße Medien mit günstigen Eigenschaften erhalten werden, die sich vor allem für den Einsatz in Lichtsteuerelementen, bei denen das Steuermedium in der isotropen Phase angesteuert wird, eignen.

10 Die achirale Komponente (B) der erfindungsgemäßen mesogenen Medien mit positiver dielektrischer Anisotropie gemäß der vorliegenden Erfindung enthält bevorzugt

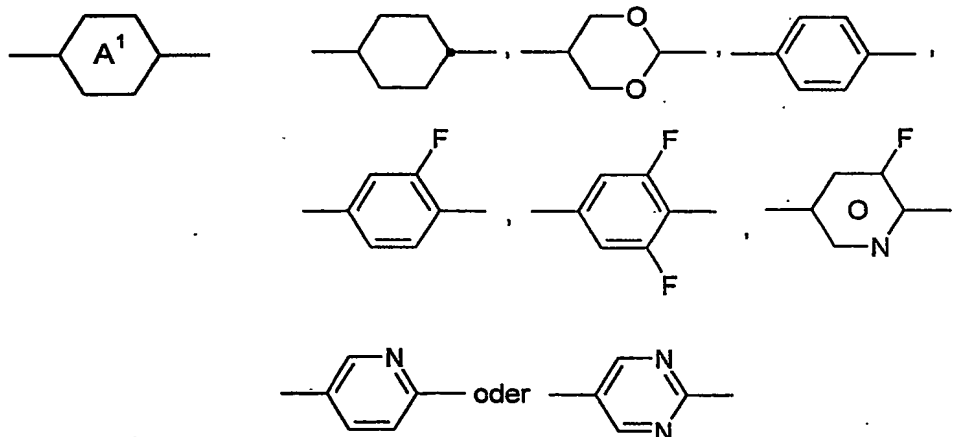
- 15 - eine Komponente (B-A) bestehend aus einer oder mehreren Verbindungen mit einer sehr stark positiven dielektrischen Anisotropie von 30 oder mehr,
- 20 - optional eine Komponente (B-B) bestehend aus einer oder mehreren Verbindungen mit einer stark positiven dielektrischen Anisotropie von 10 bis < 30,
- 25 - optional eine Komponente (B-C) bestehend aus einer oder mehreren Verbindungen mit einer moderat positiven dielektrischen Anisotropie von > 1,5 bis < 10,
- 30 - optional eine Komponente (B-D) bestehend aus einer oder mehreren dielektrisch neutralen Verbindungen mit einer dielektrischen Anisotropie im Bereich von -1,5 bis +1,5 und
- 35 - gegebenenfalls optional eine Komponente (B-E) bestehend aus einer oder mehreren Verbindungen mit einer negativen dielektrischen Anisotropie von weniger als -1,5.

Die Komponente (B-A) der Komponente (B) dieser Medien enthält bevorzugt eine oder mehrere Verbindungen der Formel I und besteht besonders bevorzugt überwiegend und ganz besonders bevorzugt nahezu vollständig aus einer oder mehreren Verbindungen ausgewählt aus den Verbindungen der Formeln I und II,



worin

R^1 Alkyl mit 1 bis 7 C-Atomen oder Oxaalkyl mit 2 bis 7 C-Atomen, jeweils bevorzugt mit 2 bis 5 C-Atomen, bevorzugt Alkyl,



Z^{11} und Z^{12}

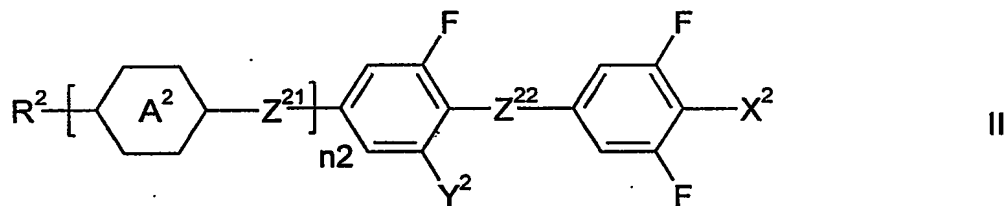
jeweils voneinander unabhängig, eine Einfachbindung, -CO-O-, trans -CH=CH-, -CH=CF-, -CF=CH-, -CF=CF-, -CH=CH-CO-O-, -CF=CF-CO-O-, -CF=CH-CO-O-, -CH=CF-CO-O-, -CF₂-O-, -O-CF₂- oder -C≡C- oder eine Kombination von zwei oder mehreren dieser Gruppen, bevorzugt mindestens eine dieser Gruppen -COO- oder -CF₂-O-,

X^1 F, $-OCF_3$, $-CF_3$, $-OCF_2H$, Cl, CN, $-C\equiv C-CN$ oder NCS,
bevorzugt CN, $-CF_3$, $-C\equiv C-CN$ oder NCS, besonders
bevorzugt CN oder $-CF_3$,

Y^{11} , Y^{12} , Y^{13} und Y^{14} H oder F und

n^1 0 oder 1, bevorzugt 0 bedeuten,

wobei die Verbindungen der Formel I bevorzugt drei oder mehr, besonders
bevorzugt vier oder mehr Fluoratome an den Phenylringen tragen,
bevorzugt jedoch je Phenylring nicht mehr als zwei F-Atome, besonders
bevorzugt bedeuten Y^{11} , Y^{12} und Y^{13} F und bevorzugt bedeutet Z^{12} $-COO-$

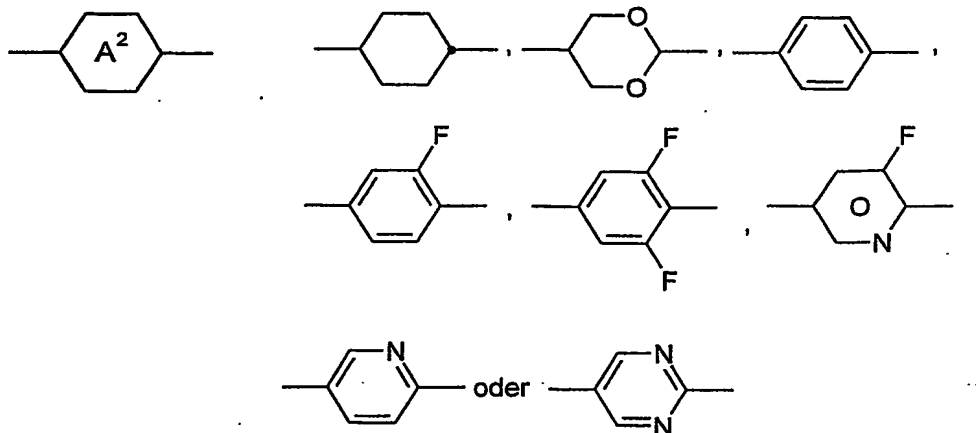


20 worin

R^2 Alkyl oder Alkoxy mit 1 bis 7 C-Atomen, Alkenyl,
Alkenyloxy oder Oxaalkyl mit 2 bis 7 C-Atomen,
bevorzugt Alkyl oder Alkoxy mit 1 bis 5 C-Atomen oder
Alkenyl mit 2 bis 5 C-Atomen, bevorzugt Alkyl oder
Alkoxy,

30

35


 Z^{21} und Z^{22}

jeweils voneinander unabhängig, eine Einfachbindung, -CO-O-, trans -CH=CH-, -CH=CF-, -CF=CH-, -CF=CF-, -CH=CH-CO-O-, -CF=CF-CO-O-, -CF=CH-CO-O-, -CH=CF-CO-O-, -CF₂-O-, -O-CF₂- oder -C≡C- oder eine Kombination von zwei oder mehreren dieser Gruppen, bevorzugt mindestens eine dieser Gruppen -COO- oder -CF₂-O-,

 X^2

F, -OCF₃, -CF₃, -OCF₂H, Cl, CN, -C≡C-CN oder NCS, bevorzugt CN, -CF₃, -C≡C-CN oder NCS, besonders bevorzugt CN,

 Y^2

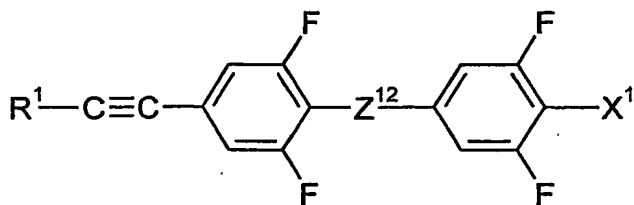
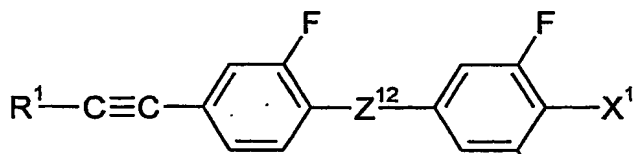
H oder F und

 n^2

0 oder 1 bedeuten.

In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Anmeldung enthält die Komponente (B) der Medien eine oder mehrere Verbindungen der Formel I und bestehen bevorzugt überwiegend und besonders bevorzugt nahezu vollständig aus einer oder mehreren Verbindungen der Formel I

Bevorzugt werden die Verbindungen der Formel I ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen I-1 und I-2



worin die Parameter die oben unter Formel I gegebene Bedeutung haben und bevorzugt

R^1 Alkyl mit 1 bis 7, bevorzugt mit 1 bis 5, bevorzugt bis 3 C-Atomen,

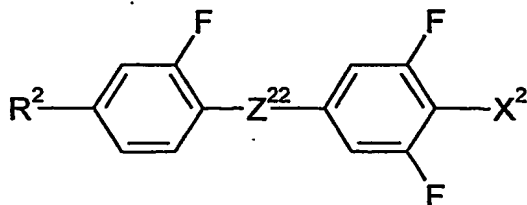
Z^{12} -COO- oder -CF₂-O- und

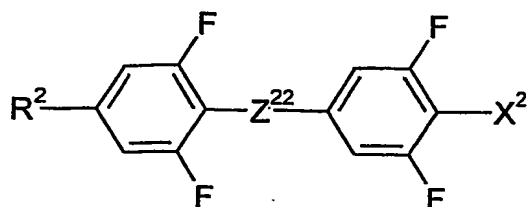
X^1 CN, -CF₃ oder NCS, bevorzugt CN oder -CF₃

bedeuten.

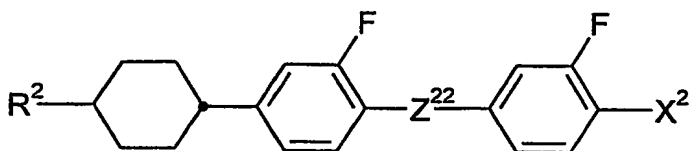
Besonders bevorzugt enthalten die erfindungsgemäßen Medien eine oder mehrere Verbindungen der Formel I, bevorzugt der Formel I-1 und/oder der Formel I-2, worin X^1 CF₃ bedeutet.

Bevorzugt werden die Verbindungen der Formel II ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen II-1 bis II-7

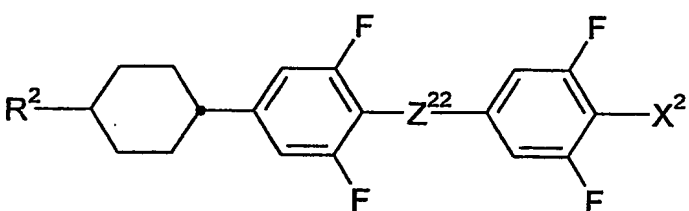




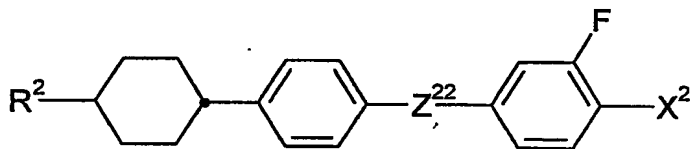
II-2



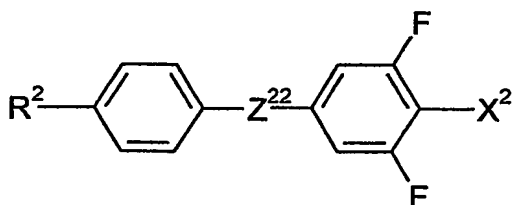
II-3



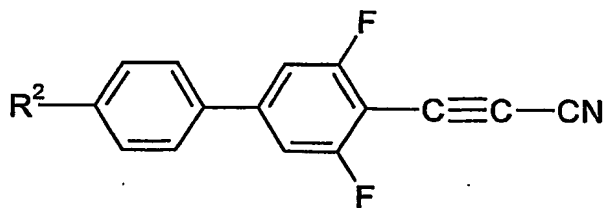
II-4



II-5



II-6



II-7

worin die Parameter die oben unter Formel II gegebene Bedeutung haben und bevorzugt

R^2 Alkyl oder Alkoxy mit 1 bis 7 C-Atomen, Alkenyl, Alkenyloxy oder Oxaalkyl mit 2 bis 7 C-Atomen, bevorzugt Alkyl oder Alkoxy mit 1 bis 5 C-Atomen,

Z^{22} eine Einfachbindung, -CO-O- oder -CF₂-O- bevorzugt

-COO- oder -CF₂-O-,
bei Formel II-6 auch, besonders bevorzugt, -C≡C- und

X² CN, oder CF₃, bevorzugt CF₃,
bei Formel II-6 besonders bevorzugt CN, oder CF₃,
bevorzugt CN

bedeuten.

Bevorzugt enthalten die erfindungsgemäßen Medien eine oder mehrere Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Formeln II-1 bis II-5, bevorzugt Verbindungen worin Z²² -CO-O- oder -CF₂-O- bedeutet.

In einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält die Komponente (B-A) der Komponente (B) der erfindungsgemäßen Medien bevorzugt eine oder mehrere Verbindungen der Formel II und besteht besonders bevorzugt überwiegend und ganz besonders bevorzugt nahezu vollständig aus einer oder mehreren Verbindungen der Formel II.

Für die Lichtsteuerelemente gemäß der vorliegenden Erfindung können sowohl mesogene Steuermedien verwendet werden, die in der Mesophase eine positive dielektrische Anisotropie ($\Delta\epsilon$) aufweisen, als auch solche die eine negative dielektrische Anisotropie aufweisen. Bevorzugt werden mesogene Steuermedien verwendet, die in der Mesophase eine positive dielektrische Anisotropie ($\Delta\epsilon$) aufweisen. Wenn die mesogenen Steuermedien eine positive dielektrische Anisotropie haben, hat diese bei 1 kHz und einer Temperatur von 4° unterhalb des Klärpunkts, bevorzugt in der nematischen Phase, bevorzugt einen Wert von 40 oder mehr.

Die Komponente (B) der mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung mit positiver dielektrischer Anisotropie bestehen besonders bevorzugt überwiegend und ganz besonders bevorzugt nahezu vollständig aus der Komponente (B-A).

In einer bevorzugten Ausführungsform enthält die Komponente (B) der mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung mit positiver dielektrischer Anisotropie eine oder mehrere Komponenten ausgewählt aus der Gruppe der Komponenten (B-B) bis (B-D), bevorzugt ausgewählt aus der Gruppe der Komponenten (B-B) und (B-D), besonders bevorzugt der Komponente (B-B).

Die Komponente (B) der mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung mit positiver dielektrischer Anisotropie enthält bevorzugt

- 5% bis 80%, bevorzugt 10% bis 60%, besonders bevorzugt 18% bis 43% einer oder mehrerer Verbindungen der Formel I,
- 5% bis 95%, bevorzugt 15% bis 80%, besonders bevorzugt 40% bis 70% einer oder mehrerer Verbindungen der Formel II und
- 0% bis 30% bevorzugt 0% bis 15%, besonders bevorzugt 0% bis 10% einer oder mehrerer weiterer Verbindungen.

Die Komponente (B) der mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung mit positiver dielektrischer Anisotropie enthält bevorzugt

- 3% bis 45%, bevorzugt 5% bis 40%, besonders bevorzugt 10% bis 35% einer oder mehrerer Verbindungen der Formel I-1 und/oder
- 2% bis 35%, bevorzugt 4% bis 30%, besonders bevorzugt 5% bis 30% einer oder mehrerer Verbindungen der Formel I-1 und/oder
- 0 bis 30%, bevorzugt 2% bis 25%, besonders bevorzugt 5% bis 20% einer oder mehrerer Verbindungen der Formel II-1 und/oder
- 0 bis 30%, bevorzugt 2% bis 25%, besonders bevorzugt 5% bis 20% einer oder mehrerer Verbindungen der Formel II-2 und/oder
- 5% bis 70%, bevorzugt 15% bis 65%, besonders bevorzugt 20% bis 60% einer oder mehrerer Verbindungen der Formel II-3 und/oder II-4, bevorzugt II-4 und/oder

- 0% bis 20% bevorzugt 0% bis 15%, besonders bevorzugt 3% bis 12% einer oder mehrerer Verbindungen der Formel II-5 und/oder
 - 5 - 0% bis 30% bevorzugt 0% bis 20%, besonders bevorzugt 3% bis 15% einer oder mehrerer Verbindungen der Formel II-6 und/oder
 - 0% bis 35% bevorzugt 0% bis 30%, besonders bevorzugt 3% bis 12% einer oder mehrerer Verbindungen der Formel II-7.
- 10 Die Komponente (B) der mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Erfindung mit negativer dielektrischer Anisotropie bestehen besonders bevorzugt überwiegend und ganz besonders bevorzugt nahezu vollständig aus der Komponente (B-E).
- 15 Die Komponente (B-E) dieser Medien enthält bevorzugt eine oder mehrere Verbindungen.
- Die mesogenen Medien mit negativer dielektrischer Anisotropie gemäß der vorliegenden Erfindung enthalten bevorzugt
- 20
- eine Komponente (B-A') bestehend aus einer oder mehreren Verbindungen mit einer stark negativen dielektrischen Anisotropie von -5 oder weniger,
 - 25 - optional eine Komponente (B-B') bestehend aus einer oder mehreren Verbindungen mit einer moderat negativen dielektrischen Anisotropie von -1,5 bis < -5,
 - optional eine Komponente (B-C') bestehend aus einer oder mehreren dielektrisch neutralen Verbindungen mit einer dielektrischen Anisotropie von -1,5 bis +1,5 und
 - 30
 - gegebenenfalls eine Komponente (B-D') bestehend aus einer oder mehreren Verbindungen mit einer positiven dielektrischen Anisotropie von mehr als 1,5.
 - 35

Die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Anmeldung enthalten bevorzugt

- 5
- vier oder mehr, bevorzugt sechs oder mehr Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Komponenten (A) und (B) und/oder
 - fünf oder mehr Verbindungen der Verbindungen der Komponente (B) und/oder
 - eine, zwei oder mehr Verbindungen der Verbindungen der Komponente (A).
- 10

Das mesogene Medium gemäß der vorliegenden Erfindung kann weitere Additive, z.B. Stabilisatoren oder dichroitische Farbstoffe, in üblichen Konzentrationen enthalten. Die Gesamtkonzentration dieser weiteren Bestandteile liegt im Bereich von 0% bis 10%, bevorzugt im Bereich von 0,1% bis 6%, bezogen auf die Gesamtmischung. Die Konzentrationen der einzelnen dieser Verbindungen liegen im Bereich von 0,1 bis 3%. Die Konzentrationen dieser Verbindungen und ähnlicher Bestandteile der Mischung werden bei der Angabe der Konzentrationsbereiche der übrigen Mischungsbestandteile nicht berücksichtigt.

15

20

Die Medien werden auf übliche Weise aus den Verbindungen erhalten. Zweckmäßiger Weise werden die Verbindungen die in geringerer Menge eingesetzt werden in den in größerer Menge eingesetzten Verbindungen gelöst. Wird die Temperatur während des Mischvorgangs über den Klärpunkt der überwiegenden Komponente erhöht, kann die Vollständigkeit der Auflösung leicht beobachtet werden. Die erfindungsgemäßen Medien können jedoch auch auf andere Weisen hergestellt werden. So durch den Einsatz von Vormischungen. Als Vormischungen können, unter anderem, Homologenmischungen und/oder eutektische Mischungen eingesetzt werden. Die Vormischungen können aber auch bereits selbst einsatzfähige Medien sein. Dies ist bei sogenannten Zwei- oder Mehr-Flaschen-Systemen (Englisch: „two-bottle systems“ oder „multi-bottle systems“) der Fall.

25

30

35

In der vorliegenden Anmeldung gilt, soweit nicht explizit anders angegeben, das Folgende.

5 Die angegebenen Bereiche von Werten schließen bevorzugt die Grenzwerte ein.

10 Die Konzentrationen sind in Massen-% gegeben und beziehen sich auf die vollständige Mischung. Temperaturen sind in Grad Celsius und Temperaturdifferenzen in Differenzgrad Celsius angegeben. Alle physikalischen Eigenschaften wurden bestimmt wie in "Merck Liquid Crystals, „Physical Properties of Liquid Crystals“, Stand Nov. 1997, Merck KGaA, Deutschland und sind für eine Temperatur von 20 °C gegeben, sofern nicht explizit anders angegeben. Die optische Anisotropie (Δn), auch Doppelbrechung genannt, wird bei einer Wellenlänge von 589,3 nm
15 bestimmt. Die dielektrischen Eigenschaften werden bei einer Frequenz von 1 kHz bestimmt. Die Eigenschaften der mesogenen Steuermedien und insbesondere die ihrer achiralen Komponenten (B) werden bei einer Temperatur von 4° unterhalb ihres jeweiligen Klärpunkts bestimmt.

20 Der cholesterische Pitch cholesterischer Medien bzw. chiraler nematischer Medien wird in Abhängigkeit von seiner Größe nach bekannten Methoden bestimmt.

25 Bei relativ großen Werten wird er nach der Methode nach Grandjean-Cano bestimmt. Hierzu wird das Material in eine thermostatisierte, keilförmige Zelle mit homogener Orientierung an den Substraten gefüllt. Die Abstände der beobachteten Disklinationslinien werden bestimmt und über den Keilwinkel wird der Pitch berechnet. Der verwendete Keilwinkel richtet sich nach dem zu bestimmenden Pitch. Typischerweise werden Zellen mit
30 einem Keilwinkel von ca. 0,5° bis 4° verwendet. Die Abstände der Disklinationslinien werden bevorzugt unter dem Mikroskop ausgemessen. Orientierungsstörungen werden durch entsprechende Mittelung der Werte berücksichtigt. Alternativ kann der Mittelwert der Abstände durch Beugung eines Laserstrahl (z.B. eines He-Ne- Lasers) am Gitter der
35 Disklinationslinien bestimmt werden. Hierbei erfolgt die Bestimmung der Beugungsmaxima zweckmäßigerweise mittels eines Diodenarrays oder

eines CCDs. Der Winkel der Keilzelle wird bevorzugt durch Mehrfachreflektion eines Laserstrahls bestimmt. Alternativ kann er aus der Geometrie der Zelle erhalten oder durch eine Eichmessung mit einem Material mit bekanntem Pitch erhalten werden. Die Meßgenauigkeit für den Pitch beträgt ca. +/- 1%.

Sind die Werte des Pitches zu groß, wird die Linsen-Methode verwendet. Hierbei wird das Material zwischen einer ebenen Platte und einer konvexen Linse orientiert. Dann werden die Abstände der kreisförmigen Disklinationslinien ausgemessen. Dies kann mit einem Bildverarbeitungssystem geschehen, dadurch wird die Mittelung der Daten vereinfacht. Aus dem Radius der Linse und dem Abstand der Disklinationslinie vom Kontaktpunkt wird der Abstand der Linsenfläche zur planen Unterlage am Ort der Disklinationslinien erhalten. Die Meßgenauigkeit dieser Methode ist etwas geringer als bei der mit den Keilzellen aber es kann ein großer Bereich an Pitch-Werten abgedeckt werden.

Sehr kurze Werte des Pitches werden mit der Methode der Selektivreflexion bestimmt. Hierzu wird die Transmission durch eine orientierte Probe des Materials bestimmt. Aus der Wellenlänge des Maximums der Selektivreflexion wird über den Brechungsindex des Materials der Pitch erhalten. Bei dieser Methode beträgt die Meßgenauigkeit für den Pitch beträgt ebenfalls ca. +/- 1%.

Die HTP der chiralen Materialien, insbesondere der chiralen Einzelverbindungen wird bei einer Temperatur von 20°C in der kommerziellen, nematischen Wirtsmischung MLC-6260 der Fa. Merck KGaA, Darmstadt mit der Grandjean-Cano Methode bestimmt. Die Temperaturabhängigkeit wird im Bereich von 0°C bis 50°C untersucht und typischerweise bei 20°C angegeben.

Im Zusammenhang mit Angaben zur Zusammensetzung der Medien, bzw. ihrer Komponenten, bedeutet

- „enthalten“, dass die Konzentration des jeweiligen genannten Materials, also der Komponente oder der Verbindung, in der Bezugseinheit, also dem Medium bzw. der Komponente, bevorzugt 10% oder mehr, besonders bevorzugt 20 % oder mehr und ganz besonders bevorzugt 30% oder mehr beträgt,
- „überwiegend bestehen aus“, dass die Konzentration des genannten Materials in der Bezugseinheit bevorzugt 50% oder mehr, besonders bevorzugt 60 % oder mehr und ganz besonders bevorzugt 70% oder mehr beträgt und
- „nahezu vollständig bestehen aus“, dass die Konzentration des genannten Materials in der Bezugseinheit bevorzugt 80% oder mehr, besonders bevorzugt 90 % oder mehr und ganz besonders bevorzugt 95% oder mehr beträgt.

Dielektrisch positive Verbindungen haben ein $\Delta\epsilon > 1,5$, dielektrisch neutrale Verbindungen haben ein $\Delta\epsilon$ im Bereich $-1,5 \leq \Delta\epsilon \leq 1,5$ und dielektrisch negative Verbindungen haben ein $\Delta\epsilon < -1,5$. Die selben Definitionen gelten auch für Komponenten von Mischungen und für Mischungen.

Die dielektrischen Eigenschaften, elektrooptischen Eigenschaften (z.B. die Schwellenspannungen) und die Schaltzeiten wurden in bei der Merck KGaA, Darmstadt, Deutschland hergestellten Testzellen, bestimmt. Die Testzellen zur Bestimmung von $\Delta\epsilon$ hatten eine Schichtdicke von 22 μm und eine kreisförmige Elektrode aus Indiumzinnoxid (ITO) mit einer Fläche von 1,13 cm^2 und einem Schutzring. Für homeotrope Orientierung zu Bestimmung von $\epsilon_{||}$ wurden Zellen mit einer homeotrop orientierenden Polyimid-Orientierungsschicht verwendet. Alternativ kann Lezithin (Merck KGaA) als Orientierungsmittel verwendet. Die Zellen zur Bestimmung von ϵ_{\perp} hatten Orientierungsschichten aus dem Polyimid AL-1054 der Firma Japan Synthetic Rubber, Japan. Die Kapazitäten wurden in der Regel mit einem Frequenzanalysator Solatron 1260 mit einer Rechteckwelle mit einer Effektivspannung von 0.3 V_{rms} gemessen. Die elektrooptischen Untersuchungen wurden mit weißem Licht durchgeführt. Die

charakteristischen Spannungen wurden unter senkrechter Beobachtung bestimmt.

5 Die dielektrischen Eigenschaften der Materialien werden bei 1 kHz und 20°C, sowie bei einer Temperatur von 4° unterhalb sowie bei einer Temperatur von 4° oberhalb des Klärpunkts, des jeweiligen Materials bestimmt.

10 Die dielektrische Anisotropie ($\Delta\epsilon$) der Verbindungen wird durch Extrapolation der Werte einer 10%-igen Lösung der jeweiligen Verbindung in einer Wirtsmischung bei 20°C auf einen Anteil der jeweiligen Verbindung von 100% bestimmt. Die Kapazitäten der Testmischungen werden sowohl in einer Zelle mit homeotroper, als auch in einer Zelle mit homogener Randorientierung bestimmt. Die Schichtdicke beider
15 Zellentypen beträgt ca. 20 µm. Zur Messung wird eine Rechteckwelle mit einer Frequenz von 1 kHz und einer effektiven Spannung (rms, Englisch: „root mean square“) von typischer Weise 0.2 V bis 1.0 V verwendet. In jedem Fall ist die verwendete Spannung niedriger als die kapazitive Schwelle der jeweils untersuchten Mischung.

20 Für dielektrisch positive Verbindungen wird die Mischung ZLI-4792 und für dielektrisch neutrale, sowie für dielektrisch negative Verbindungen, die Mischung ZLI-3086, beide von Merck KGaA, Deutschland, als Wirtsmischung verwendet. Diese Wirtsmischungen werden auch für
25 Komponenten und Medien verwendet, die selbst bei der betreffenden Temperatur keine nematische Phase aufweisen, bzw. die nicht bis zu der betreffenden Temperatur in der nematischen Phase unterkühlt werden können. Ist die Löslichkeit der Verbindungen, Komponenten oder Medien in der jeweiligen Wirtsmischung geringer als 10%, wird ausnahmsweise
30 die Konzentration der untersuchten Substanz auf 5% erniedrigt. Ist die Löslichkeit einer dielektrisch positiven Substanz (einer Verbindung, einer Komponente eines Mediums oder eines Mediums) in der Wirtsmischung ZLI-4792 geringer als 5%, so wird die nematische Mischung MLC-6828, Merck KGaA, Deutschland als Wirtsmischung verwendet. Auch hier wird
35 nötigenfalls die Konzentration der zu untersuchenden Substanz von 10%

auf 5% halbiert. Aus der Änderung der Werte gegenüber denen der Wirtsmischung wird auf den Wert der reinen Substanz extrapoliert.

5 Die erfindungsgemäßen Medien enthalten bevorzugt 0% bis 10% an Verbindungen deren Löslichkeit in der entsprechenden Wirtsmischung (ZLI-3086 bzw. MLC-6828) geringer als 5% ist. Bevorzugt ist die Konzentration dieser Verbindungen 8% oder weniger, besonders bevorzugt 5% oder weniger und ganz besonders bevorzugt 4% oder weniger.

10 Die dielektrische Anisotropie der Verbindungen, Komponenten oder Medien, die bei 20°C oder bei einer Temperatur von 4° unterhalb ihres Klärpunkts nicht in der nematischen Phase vorliegen, bzw. die nicht bis zu dieser Temperatur in dieser Phase unterkühlbar sind, werden aus einer Wirtsmischung bestimmt, wie oben bei den Verbindungen beschrieben.

15 Die dielektrischen Konstanten $\epsilon_{||}$ und ϵ_{\perp} werden mit einer absoluten Genauigkeit von ca. $\pm 0,1$ bis $\pm 0,2$ bestimmt, wodurch sich für die dielektrische Anisotropie ($\Delta\epsilon$) eine absolute Genauigkeit von ca. $\pm 0,2$ bis $\pm 0,4$, typischerweise von $\pm 0,3$ ergibt.

20 Die dielektrische Suszeptibilität der Medien wird bei einer Temperatur von 4° oberhalb ihres jeweiligen Klärpunkts, also in der isotropen Phase, bestimmt. Sie wird mittlere dielektrische Suszeptibilität ($\epsilon_{av.}$) genannt, da sie auch, in erster Näherung, aus der Extrapolation der mittleren dielektrischen Suszeptibilität des nematischen Mediums über dessen Klärpunkt hinaus erhalten werden kann. Die dielektrische Suszeptibilität der Medien wird mit einer absoluten Genauigkeit von ca. $\pm 0,1$ bis $\pm 0,2$ bestimmt.

30 Die Klärenthalpie wurde per „differential scanning calorimetry“, kurz DSC bestimmt. Hierzu wurde ein kommerzielles Gerät DSC2920 der Firma Texas Instruments, USA verwendet. Es wurden 2 mg bis 8 mg, typischerweise 4 mg, des betreffenden Materials in einem Pfännchen gegen ein leeres Pfännchen als Referenz vermessen. Dabei wurde die Temperatur mit einer Heizrate von 10 Grad/Minute erhöht. Der Startpunkt wurde ca. 30° bis 40° unterhalb des Klärpunkts der Substanz gewählt. Der

35

Endpunkt lag jeweils ca. 30° oberhalb des Klärpunkts der Substanz. Die relative Genauigkeit der Werte beträgt jeweils ca. +/-10% bis +/-15%. Bei sehr kleinen Werten der Klärenthalpie muß gegebenenfalls die Probenmenge erhöht oder auf ein präziseres Meßgerät gewechselt werden.

Der Wert der Doppelbrechung der erfindungsgemäßen Medien wird hier in der nematischen Phase bei 20°C und bei einer Temperatur von 4° unterhalb des Klärpunkts gemessen. Ist das Medium bei einer dieser beiden Temperaturen oder bei diesen beiden Temperaturen nicht stabil nematisch oder zumindest bis zu dieser Temperatur in der nematischen Phase unterkühlbar, so wird die Doppelbrechung einer Mischung aus der entsprechenden nematischen Wirtsmischung extrapoliert, wie oben bei der Bestimmung der dielektrischen Anisotropie beschrieben.

Der Begriff Schwellenspannung bedeutet in der vorliegenden Anmeldung die optische Schwelle und wird für einen relativen Kontrast von 10 % (V_{10}) angegeben. Die Mittgrauspannung und die Sättigungsspannung werden ebenfalls optisch bestimmt und für einen relativen Kontrast von 50%, bzw. von 90 % angegeben. Als Bezugsgröße und charakteristischer Wert der elektrooptischen Kennlinie der verschiedenen Medien wird in der vorliegenden Anmeldung in der Regel die Spannung (V_{70}) angegeben bei der die Kennlinie zum ersten Mal den Wert von 70% relativem Kontrast erreicht. Wird die kapazitive Schwellenspannung (V_0), auch Freedericksz-Schwelle genannt, angegeben, so ist dies explizit angegeben.

Die Medien wurden in Testzellen mit interdigitalen Elektroden gefüllt. Die Schichtdicke der Testzellen betrug in der Regel ca. 10 µm. Die Breite der Elektroden betrug 10 µm und der Anstand zwischen den benachbarten Elektroden betrug 15 µm. Die elektrooptische Kennlinie wurde bei einer Temperatur von 2° oberhalb des Klärpunkts des jeweiligen Mediums bestimmt. Beim Einfüllen der Medien in eine Zelle wurde in einigen Fällen eine leichte Erhöhung des Klärpunkts beobachtet. Dieser Effekt ist möglicherweise mit einer gewissen Stabilisierung der nematischen Phase in dünnen Schichten zu erklären. Die Erhöhung des Klärpunkts betrug in einigen Fällen 0,5° und bis zu ca. 0,7°. In den Fällen, in denen eine

Erhöhung des Klärpunkts in der Zelle auftritt, wird die Untersuchung der elektrooptischen Eigenschaften nicht bei einer Temperatur von 2° oberhalb der Klärpunkts des Mediums als solchem ($T(N,I)$), sondern 2° oberhalb des Klärpunkts des Mediums in der Zelle ($T_c(N,I)$) bestimmt.

5

In der vorliegenden Anmeldung, besonders in den im folgenden beschriebenen Beispielen werden die Strukturen der chemischen Verbindungen mittels Abkürzungen angegeben. Die Bedeutung der jeweiligen Abkürzungen ist in den folgenden Tabellen A und B zusammengestellt. Alle Gruppen C_nH_{2n+1} und C_mH_{2m+1} sind geradkettige Alkyl-Gruppen mit n bzw. m C-Atomen. Tabelle B ist aus sich selbst heraus verständlich, da sie jeweils die vollständige Abkürzung für eine Formel homologer Verbindungen angibt. In Tabelle A sind nur die Abkürzungen für die Kernstrukturen der Verbindungstypen zusammengestellt. Die Abkürzungen für die jeweiligen einzelnen Verbindungen setzen sich aus der jeweils zutreffenden dieser Abkürzungen für den Kern der Verbindung und der mittels einem Bindestrich angehängten Abkürzung für die Gruppen R^1 , R^2 , L^1 und L^2 gemäß folgender Tabelle zusammen.

10

15

20

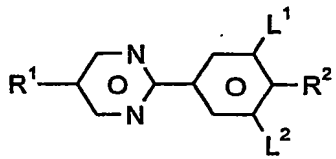
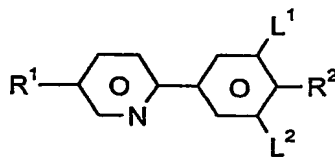
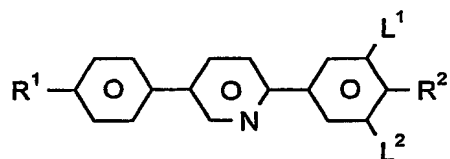
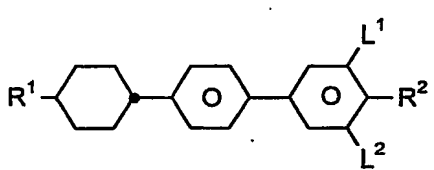
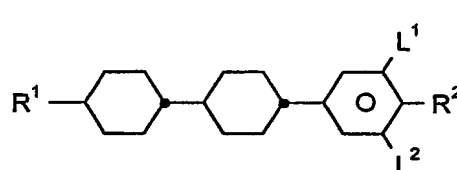
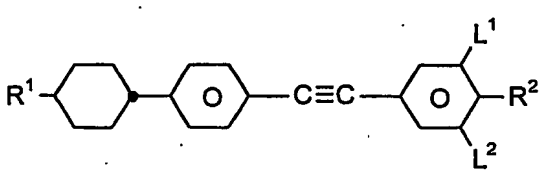
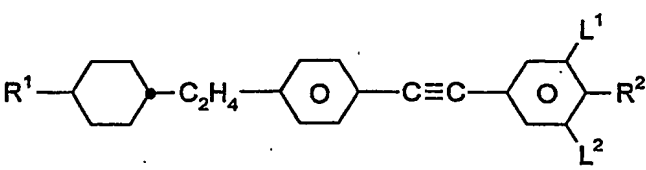
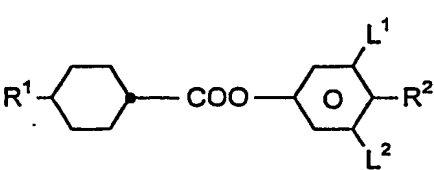
25

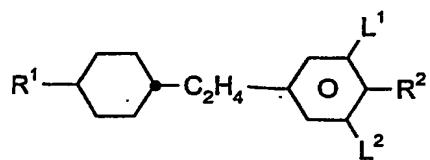
30

35

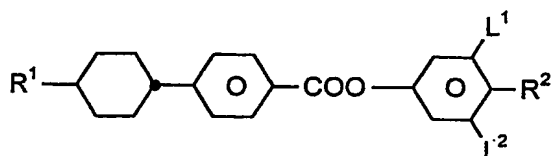
	Abkürzung für R ¹ R ¹ , R ² , L ¹ , L ²	R ²	L ¹	L ²
5	nm	C _n H _{2n+1}	C _m H _{2m+1}	H H
	nOm	C _n H _{2n+1}	OC _m H _{2m+1}	H H
	nO.m	OC _n H _{2n+1}	C _m H _{2m+1}	H H
	n	C _n H _{2n+1}	CN	H H
	nN.F	C _n H _{2n+1}	CN	H F
10	nN.F.F	C _n H _{2n+1}	CN	F F
	nON.F.F	OC _n H _{2n+1}	CN	F F
	nOF	OC _n H _{2n+1}	F	H H
	nCl	C _n H _{2n+1}	Cl	H H
15	nCl.F	C _n H _{2n+1}	Cl	H F
	nCl.F.F	C _n H _{2n+1}	Cl	F F
	nF	C _n H _{2n+1}	F	H H
	nF.F	C _n H _{2n+1}	F	H F
	nF.F.F	C _n H _{2n+1}	F	F F
20	nmF	C _n H _{2n+1}	C _m H _{2m+1}	F H
	nCF ₃	C _n H _{2n+1}	CF ₃	H H
	nOCF ₃	C _n H _{2n+1}	OCF ₃	H H
	nOCF ₃ .F	C _n H _{2n+1}	OCF ₃	H F
25	nOCF ₃ .F.F	C _n H _{2n+1}	OCF ₃	F F
	nOCF ₂	C _n H _{2n+1}	OCHF ₂	H H
	nOCF ₂ .F	C _n H _{2n+1}	OCHF ₂	H F
	nOCF ₂ .F.F	C _n H _{2n+1}	OCHF ₂	F F
30	nS	C _n H _{2n+1}	NCS	H H
	nS.F	C _n H _{2n+1}	NCS	H F
	nS.F.F	C _n H _{2n+1}	NCS	F F
	rVsN	C _r H _{2r+1} -CH=CH-C _s H _{2s} -	CN	H H
	rOsN	C _r H _{2r+1} -O-C _s H _{2s} -	CN	H H
35	nEm	C _n H _{2n+1}	COOC _m H _{2m+1}	H H

Table A:

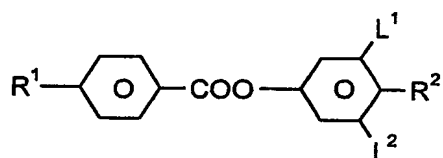
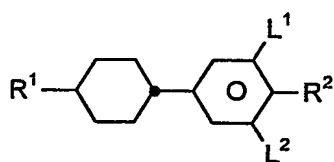
5	 PYP	 PYRP
10	 PPYRP	
15	 BCH	 CCP
20	 CPTP	
25	 CEPTP	
30	 D	
35		



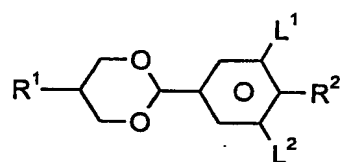
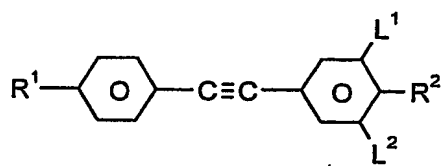
5

EPCH

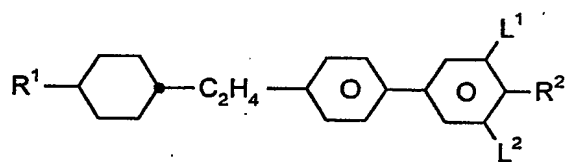
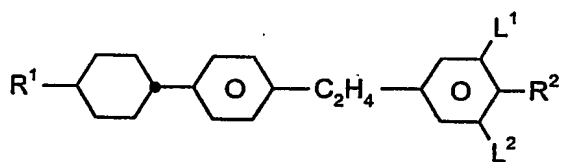
10

HP**ME**

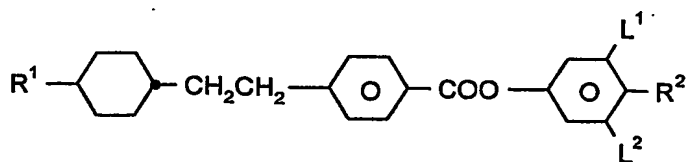
15

PCH**PDX**

20

PTP**BECH**

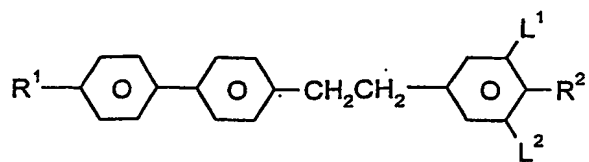
25

EBCH

30

EHP

35

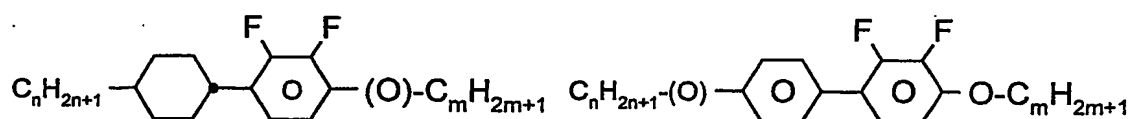


5

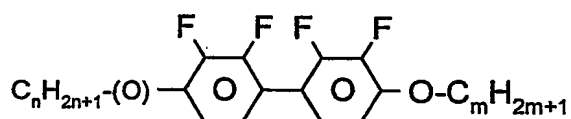
ET

Table B:

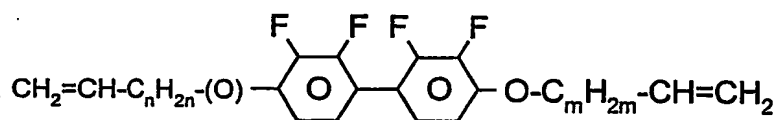
10

**PCH-n(O)mFF****PY-n(O)-Om**

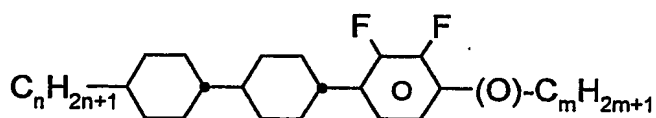
15

**YY-n(O)-Om**

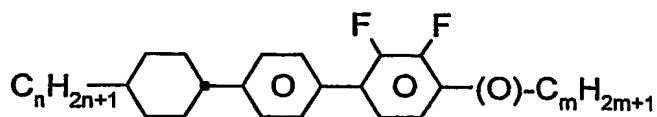
20

**YY-Vn(O)-OmV**

25

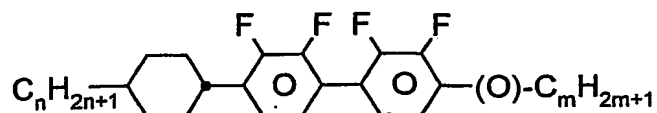
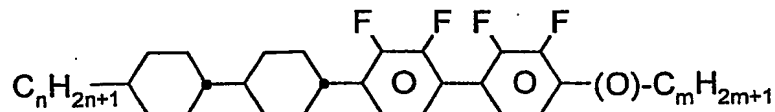
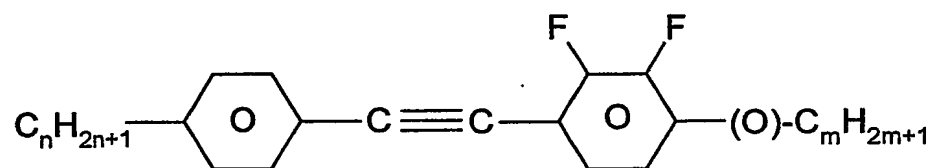
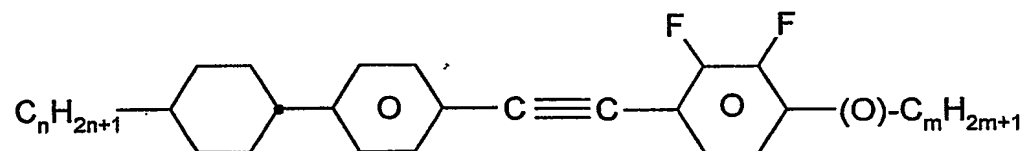
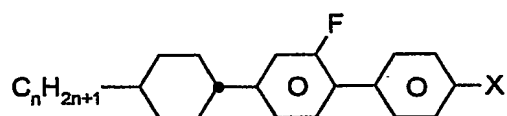
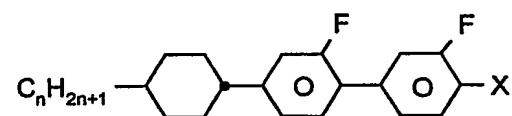
**CCP-n(O)mFF**

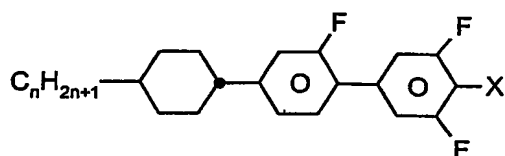
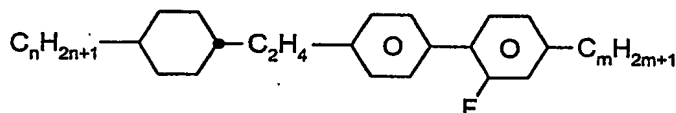
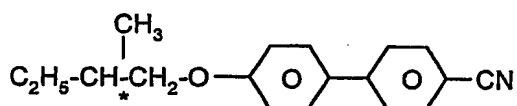
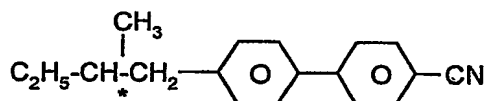
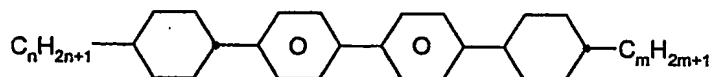
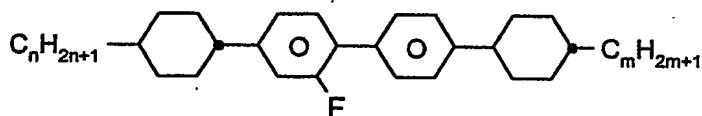
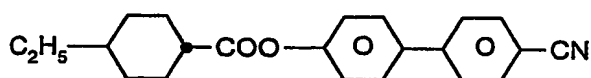
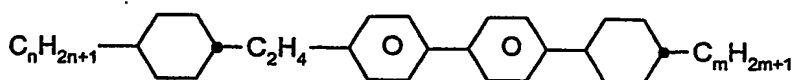
30

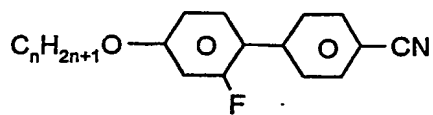


35

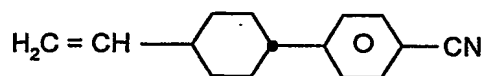
CPY-n(O)-m

**CYY-n-(O)m****CCYY-n-(O)m****PTP-n(O)mFF****CPTP-n(O)mFF****CGP-n-X**(X = besonders F, Cl, CN = „N“, NCS = „S“ und CF₃ = „T“)**CGG-n-X**(X = besonders F, Cl, CN = „N“, NCS = „S“ und CF₃ = „T“)

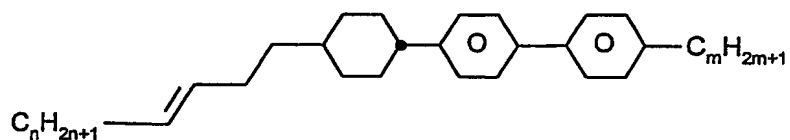
**CGU-n-X**(X = besonders F, Cl, CN = „N“, NCS = S und CF₃ = „T“)**Inm****C15****CB15****CBC-nm****CBC-nmF****CHE****ECBC-nm**

**GP-nO-N**

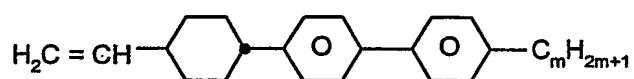
5

**CP-V-N**

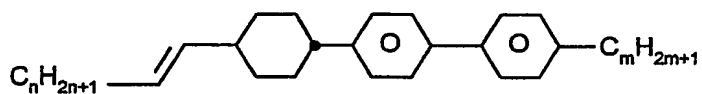
10

**CPP-nV2-m**

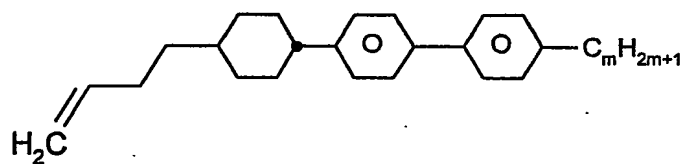
15

**CPP-V-m**

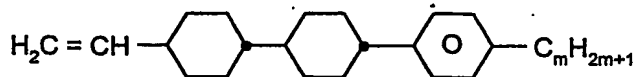
20

**CPP-nV-m**

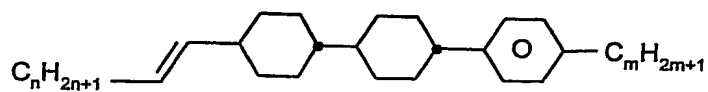
25

**CPP-V2-m**

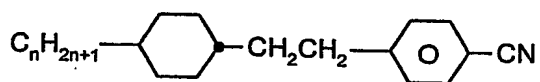
30

**CCP-V-m**

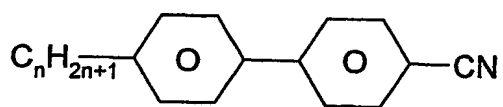
35



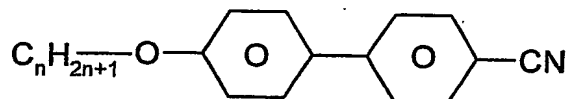
5

CCP-nV-m**G3'n**

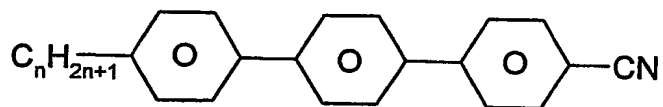
10

**K3-n**

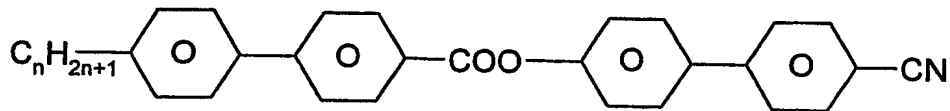
15

**M3-n**

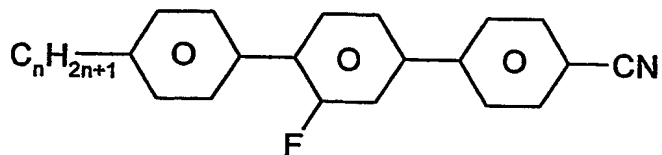
20

**T3-n**

25

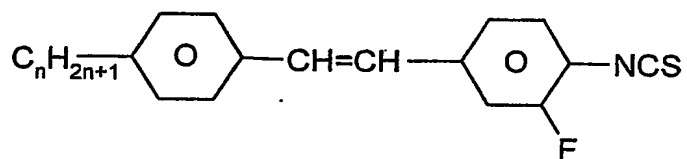
**BB3-n**

30

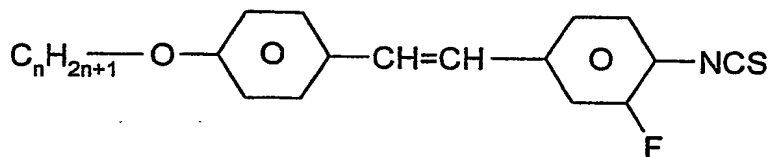


35

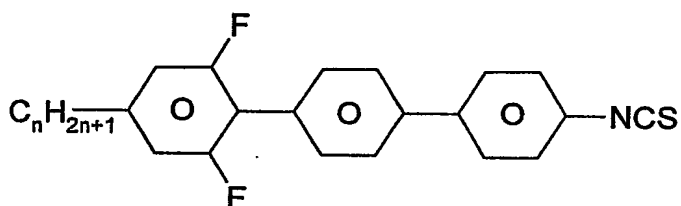
PGIP-n-N



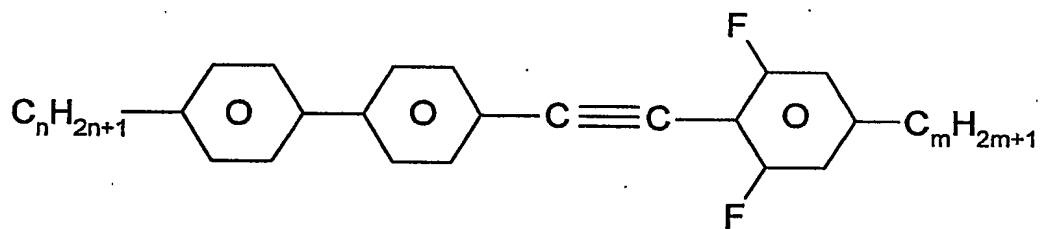
5

PVG-n-S

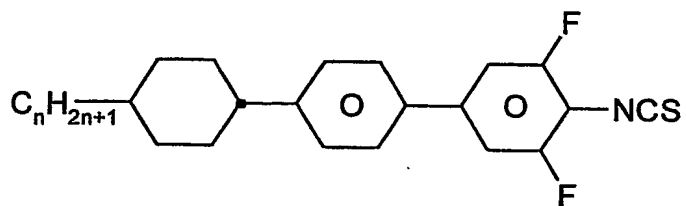
10

PVG-nO-S

15

UPP-n-S

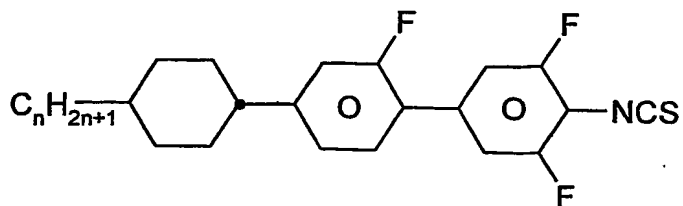
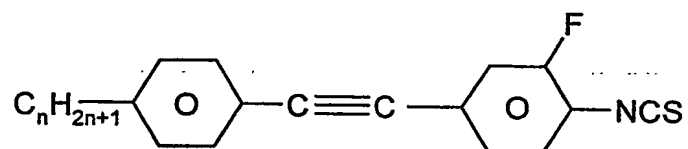
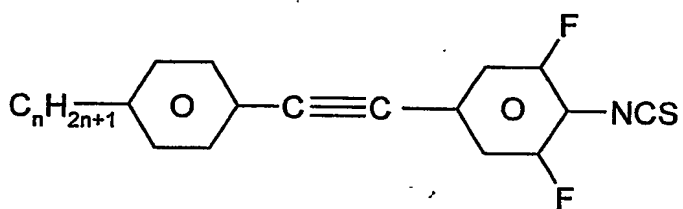
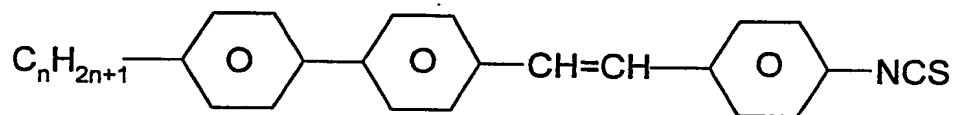
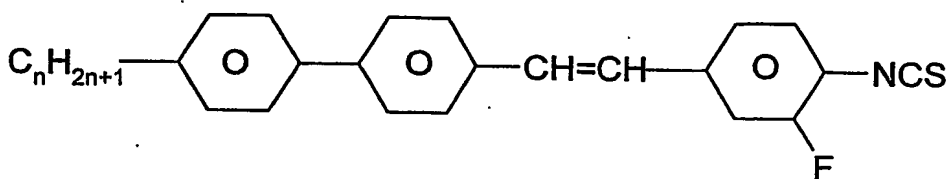
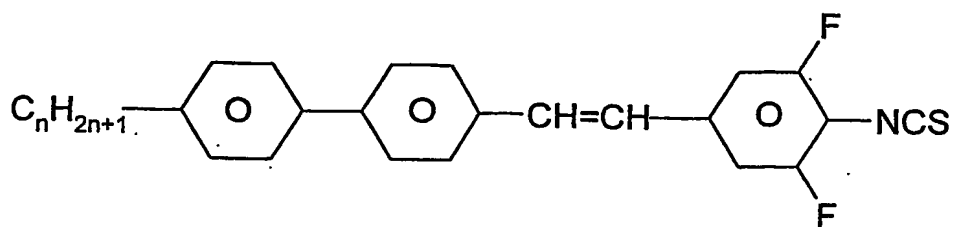
20

PPTUI-n-m

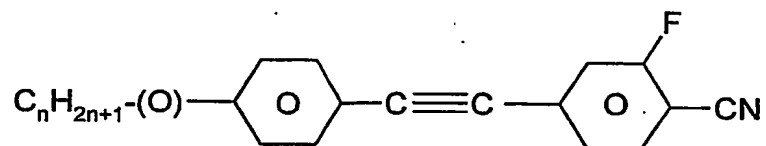
30

CPU-n-S

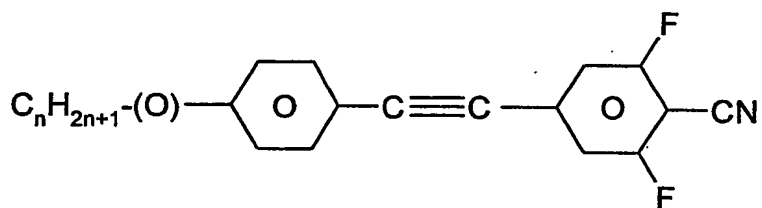
35

**CGU-n-S****PTG-n-S****PTU-n-S****PPVP-n-S****PPVG-n-S****PPVU-n-S**

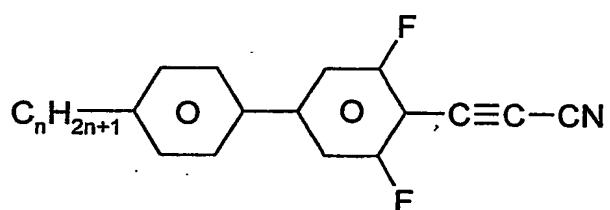
5

**PTG-n(O)-N**

10

**PTU-n(O)-N**

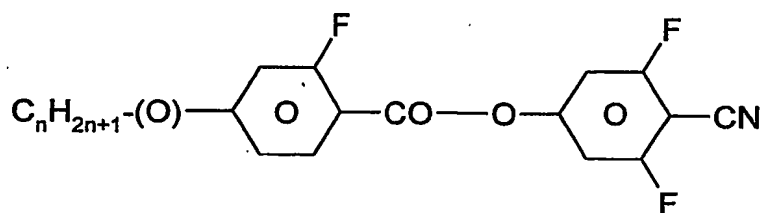
15



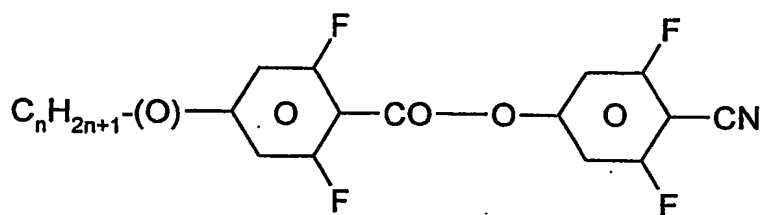
20

PU-n-AN

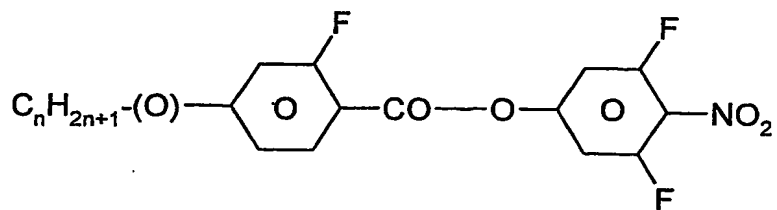
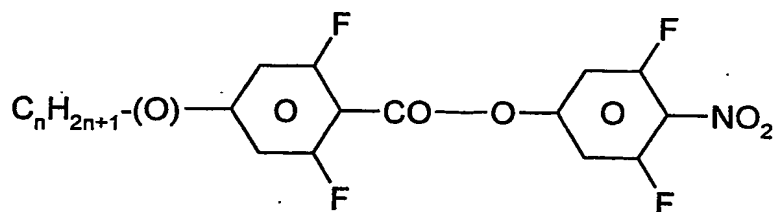
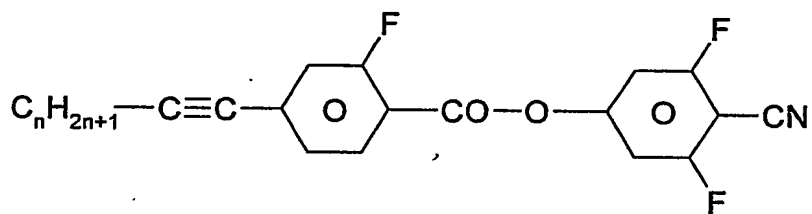
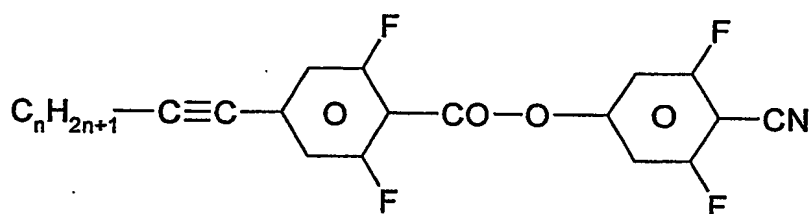
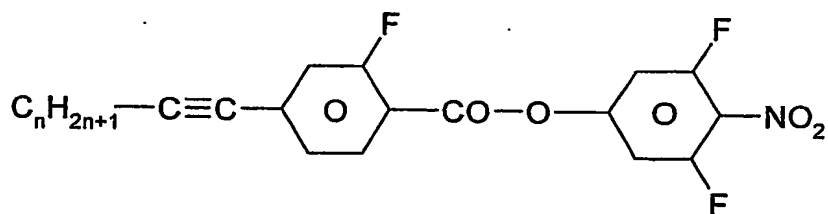
25

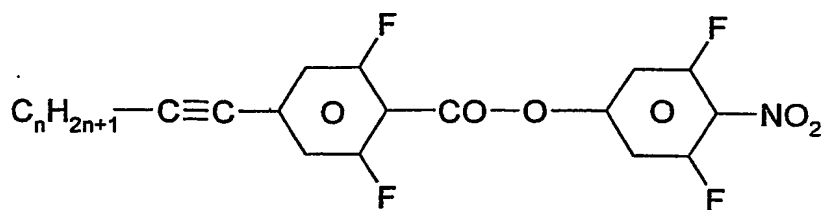
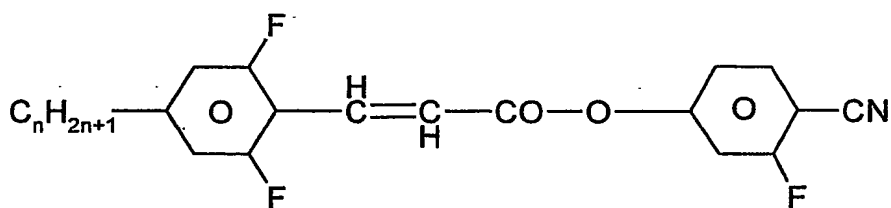
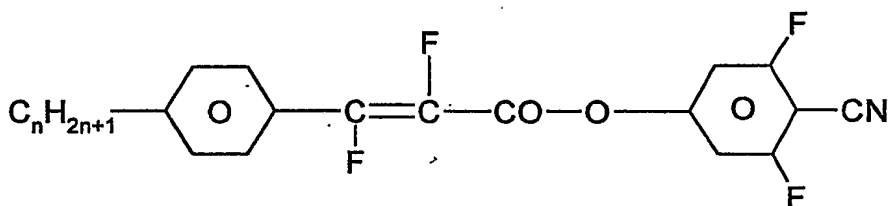
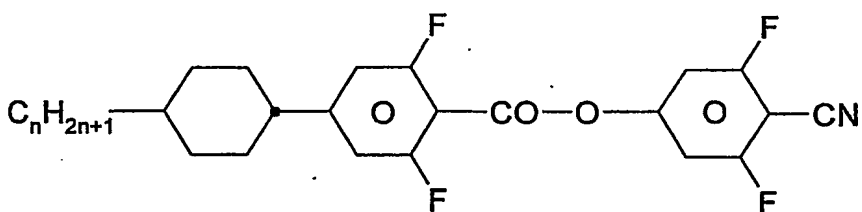
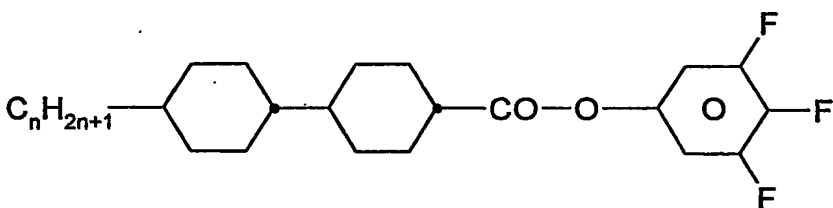
**GZU-n(O)-N**

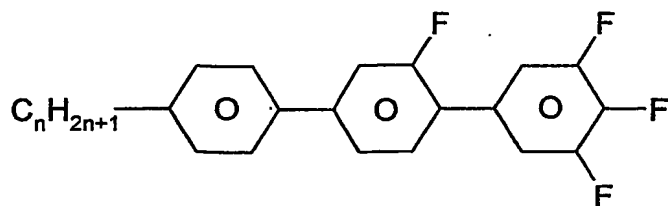
30

**UZU-n(O)-N**

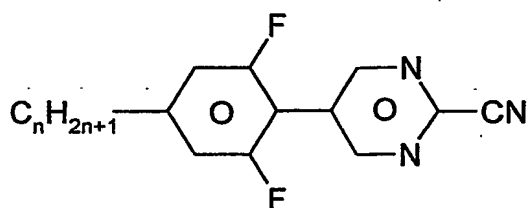
35

**GZU-n(O)-NO2****UZU-n(O)-NO2****GZU-nA-N****UZU-nA-N****GZU-nA-NO2**

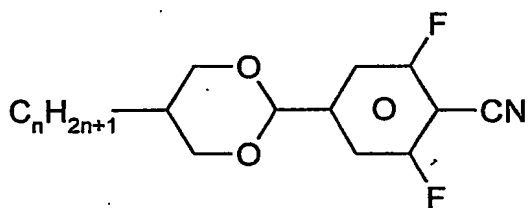
**UZU-nA-NO₂****UVZG-n-N****PWZU-3-N****CUZU-n-N****CCZU-n-F**



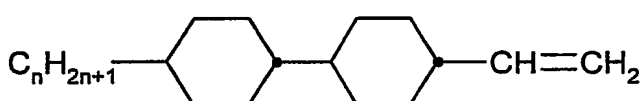
5

PGU-n-F

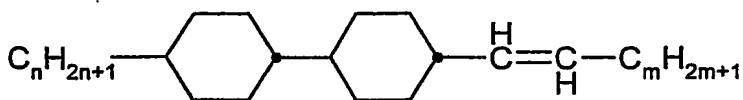
10

UM-n-N

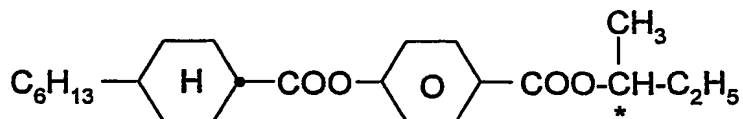
15

DU-n-N

20

CC-n-V

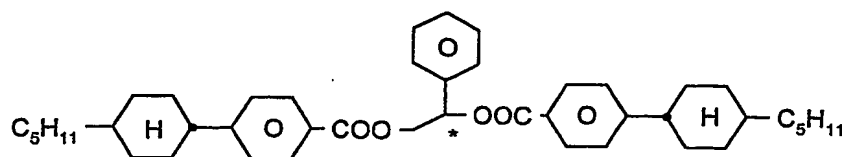
25

CC-n-Vm

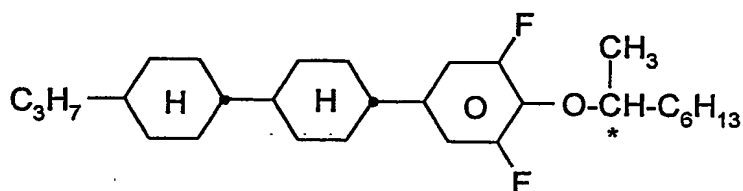
30

R-811/S-811

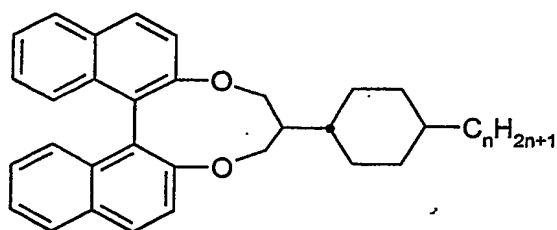
35



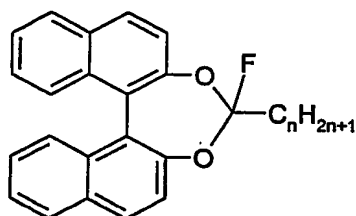
5 **R S-1011/S-1011**



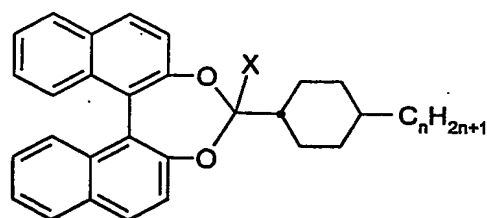
10 **R-2011/S-2011**



15 **B(OC)2C*H-C-n**



20 **BO2C*F-n**

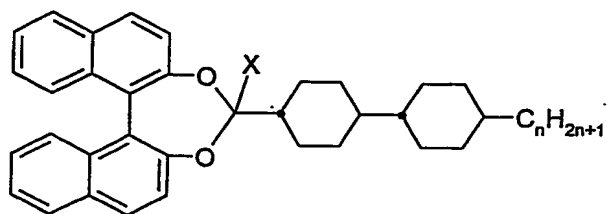


25 **BO2C*F-C-n**

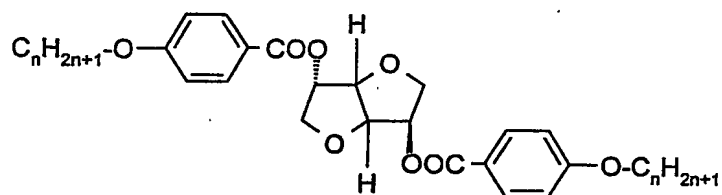
30

35

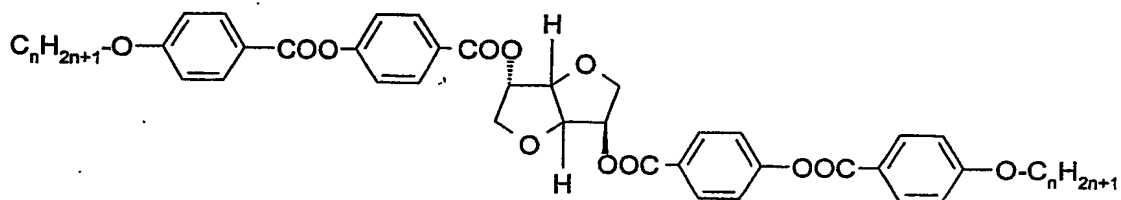
5

**BO2C*H-CC-n**

10

**(nOPZ)2X***

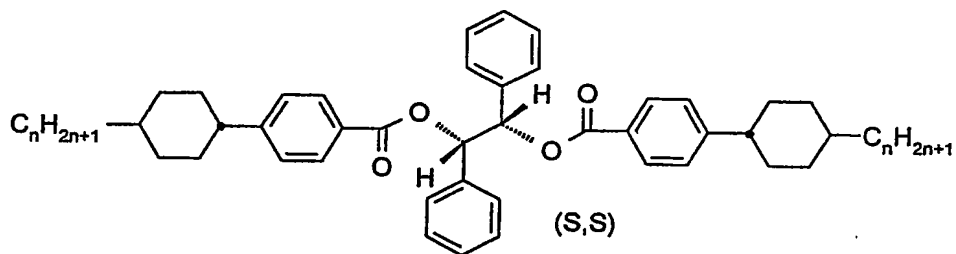
15



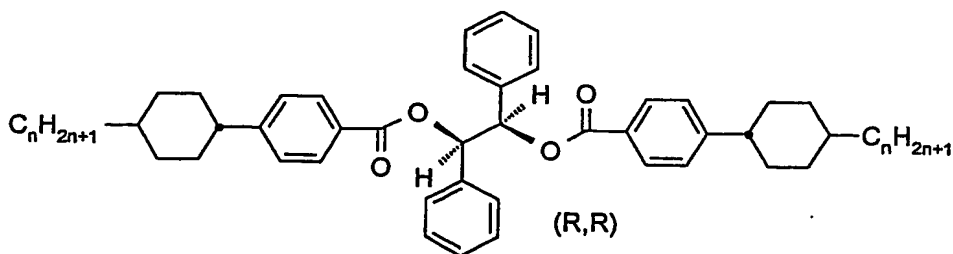
20

(n0PZPZ)2X*

25

**SS-(nCPZ)2BE**

30



35

RR-(nCPZ)2BE

Die mesogenen Medien gemäß der vorliegenden Anmeldung enthalten bevorzugt

- vier oder mehr, bevorzugt sechs oder mehr Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Tabellen A und B und/oder
- fünf oder mehr Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Tabelle B und/oder
- zwei oder mehr Verbindungen ausgewählt aus der Gruppe der Verbindungen der Tabelle A.

Beispiele

Die im Folgenden beschriebenen Beispiele illustrieren die vorliegende Erfindung ohne sie in irgend einer Art zu beschränken. Ferner zeigen sie dem Fachmann welche Eigenschaften und insbesondere welche Eigenschaftskombinationen mit der vorliegenden Erfindung erreicht werden können.

Vergleichsbeispiel 1

Die achirale Flüssigkristallmischung AM-1 mit der folgenden Zusammensetzung wurde hergestellt und untersucht.

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung #	Abkürzung	Konz. /Massen-%	T(N,I)	= 5,7 °C
			$\Delta\epsilon(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	> 0
1	UZU-3A-N	7,5	$\Delta H(N,I)$	= 0,52 J/g
2	GZU-3A-N	15,0		
3	GZU-4A-N	15,0		
4	GZU-4O-N	15,0	$\epsilon_{av.}(T(N,I)+4^\circ)$	= 55,0
5	PU-3-AN	10,0	$V_{70}(T(N,I)+2^\circ)$	= 45,0 V
6	PTU-4O-N	15,0		
6	CUZU-2-N	15,0	$dV_{70}(T(N,I)+2^\circ)/dT$	= 11,5 V/°
7	CUZU-3-N	7,50	$dV^*_{70}(V_{70})/dT$	26 %/°
Σ		100,0		

Diese Flüssigkristallmischung wurde in eine Testzelle gefüllt und bei einer Temperatur von $7,7^{\circ}\text{C}$, sowie über einen Temperaturbereich von $6,2^{\circ}\text{C}$ bis bei $10,7^{\circ}\text{C}$ (5° oberhalb des Klärpunkts) bezüglich ihrer elektrooptischen Eigenschaften untersucht.

5

Die verwendete Testzelle wies interdigitale Elektroden auf nur einem der beiden Substrate auf. Eine elektrooptische Testzelle mit einem Lichtschaltelement enthaltend die Flüssigkristallmischung wurde hergestellt. Die Substrate bestanden aus Glas. Es wurden Substrate ohne Orientierungsschicht und ohne Passivierungsschicht verwendet. Die Elektrodenstruktur bestand aus ineinander verzahnten kammförmigen Elektroden. Der Abstand der Elektroden betrug $10\text{ }\mu\text{m}$ und die Breite der Elektroden voneinander betrug $10\text{ }\mu\text{m}$. Die Schichtdicke der Elektroden betrug ca. 100 nm . Die Elektroden befanden sich alle in einer gemeinsamen Ebene. Die Schichtdicke des Steuermediums betrug ca. $10\text{ }\mu\text{m}$.

10

15

20

25

Es wurde ein erster Polarisator vor und als Analysator ein zweiter Polarisator hinter der Zelle benutzt. Die Absorptionsachsen der beiden Polarisatoren bildeten einen Winkel von 90° zueinander. Der Winkel zwischen der Achse der maximalen Absorption der Polarisatoren und der Komponente des elektrischen Felds in der Ebene der Anzeige betrug jeweils 45° . Die Spannungs-Transmissions-Kennlinie wurde mit einem elektrooptischen Meßplatz DMS 703 der Firma Autronic-Melchers, Karlsruhe, Deutschland bestimmt. Bei senkrechter Beobachtung wurde eine Kurve erhalten wie sie für eine Zelle mit elektrisch kontrollierter Doppelbrechung (z.B. ECB) typisch ist.

30

Mit steigender Temperatur oberhalb des Klärpunkts des Mediums nehmen die charakteristischen Spannungen monoton zu. Bei $7,7^{\circ}\text{C}$ beträgt V_{70} 45 V . Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

35

Tabelle 1: Charakteristische Spannungen

Beispiel	V. 1	1a	3	4	5b
Komponente (B)	AM-1			AM-2	AM-3
Komponente (A)	keine	BC*HC	DM-2	PPX*	BC*HC
Konz. (A) / %	0	3	15	10	5
T(N,I) / °C	5,7	11,5	-8,2	9	36,3
Elektrodenabstand 10 µm, Elektrodenbreite 10 µm					
Charakteristische Spannungen					
T-T(N,I) / °	V ₇₀ / V				
0,5	22	27	31	n.b.	31
1,0	31	33	38	36,5	34
1,5	39	38	43	38,5	36
2,0	45	42	49	40,5	37
2,5	n.b.	n.b.	n.b.	42,5	38
3,0	55	51	59	44,5	39
4,0	63	58	67	49	42
5,0	71	65	73	52	46
Temperaturabhängigkeit					
V ₇₀ (T(N,I)+2°) / V	45	42	49	40,5	37
dV ₇₀ /dT / V/°	11,5	8	10,5	4	2,5
dV* ₇₀ /dT / %/°	26	19	21	9,9	6,8

Bemerkungen: BC*HC: B(OC)2C*HC-3
 PPX*: (1OPZPZ)2X*
 n.b.: nicht bestimmt.
 $dV_{70}/dT: [V_{70}(T(N,I)+3^{\circ}) - V_{70}(T(N,I)+1^{\circ}) / (2^{\circ})]$
 $dV^{*}_{70}/dT: [V_{70}(T(N,I)+3^{\circ}) - V_{70}(T(N,I)+1^{\circ}) / (V_{70}(T(N,I)+2^{\circ}) \cdot 2^{\circ})]$

Beispiel 1Beispiel 1a

- 5 Es wird eine Mischung aus 97% der achiralen Flüssigkristallmischung AM-1 des Vergleichsbeispiels und 3% der chiralen Verbindung B(OC)2C*HC-3 hergestellt und untersucht.

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung #	Abkürzung	Konz. /Massen- %	T(N,I)	= 11,5 °C
1	B(OC)2C*HC-3	3,0	$\Delta H(N,I)$	= 0,52 J/g
2	UZU-3A-N	7,28	$\epsilon_{av.}(T(N,I)+4^\circ)$	= 69,9
3	GZU-3A-N	14,55	$V_{70}(T(N,I)+2^\circ)$	= 42 V
4	GZU-4A-N	14,55	$dV/dT(T(N,I)+2^\circ)$	= 8 V/°
5	GZU-4O-N	14,55	$dV^*_{70}(V_{70})/dT$	19 %/°
6	PU-3-AN	9,7		
7	PTU-4O-N	14,55		
8	CUZU-2-N	14,55		
9	CUZU-3-N	<u>7,28</u>		
Σ		100,0		

25 Die Mischung wird, wie bei Vergleichsbeispiel 1 beschrieben, in eine Testzelle gefüllt und beschrieben untersucht. Insbesondere werden ihre elektrooptischen Eigenschaften bei Temperatur bis zu einigen Grad oberhalb ihres Klärpunkts untersucht. Die Ergebnisse sind zum Vergleich mit denen des Vergleichsbeispiels 1 in Tabelle 1 enthalten:

- 30 Wie man aus dieser Tabelle ersehen kann, ist die charakteristische Spannung V_{70} der Flüssigkristallschaltelemente des Beispiels 1 bei Temperaturen nahe oberhalb des Klärpunkts etwas größer als die des Vergleichsbeispiels 1. Sie nimmt wie diese mit steigender Temperatur monoton ab. Jedoch ist die Steigung der Abnahme deutlich geringer als
- 35 beim Vergleichsbeispiel 1, so dass die beiden Schaltelemente bereits bei einer Temperatur von 1,5° oberhalb ihres jeweiligen Klärpunkts nahe zu

die selbe Spannung V_{70} zeigen. Die Temperaturabhängigkeit bei einer Temperatur von 2° oberhalb des jeweiligen Klärpunkts wird von über 25% auf unter 20% verringert.

5 Beispiel 1b

Die Zusammensetzungen der Medien der Beispiele 1a und 1b unterscheiden sich von dem des Vergleichsbeispiels 1 nur durch die Anwesenheit der chiralen Verbindung und voneinander in der eingesetzten Konzentration der chiralen Verbindung.

Es wird eine Mischung aus 90% der achiralen Flüssigkristalmischung AM-1 des Vergleichsbeispiels und 10% der chiralen Verbindung B(OC)2C*HC-3 hergestellt und untersucht. Der Klärpunkt der Mischung beträgt weniger als 20°C. Die Temperaturabhängigkeit der Spannung V_{70} ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 2: Temperaturabhängigkeit der charakteristischen Spannungen

#	T /°C	V_{70} /V
1	- 19,3	156
2	-17,3	116
3	-15,5	93
4	-13,5	82
5	-11,6	80
6	-9,6	82
7	-7,7	88
8	-5,6	94
9	-3,7	102
10	-1,9	108
11	2,0	125
12	5,9	143
13	9,7	164

Wie man aus dieser Tabelle ersehen kann, die nimmt die charakteristische Spannung V_{70} der Zelle mit dieser dotierten Mischung, nicht wie bei dem Vergleichsbeispiel und bei Beispiel 1a, zunächst mit steigender Temperatur ab, durchläuft dann bei ca. $-11,6^\circ\text{C}$ ein Minimum und steigt erst dann mit weiter steigender Temperatur an. In einem Temperaturbereich von ca. $\pm 3^\circ$ um diese Temperatur, also von $-14,6^\circ\text{C}$ bis $-8,6^\circ\text{C}$, verschwindet die Temperaturabhängigkeit (dV_{70}^*/dT) nahezu vollständig, beträgt also ca. $0\text{V}/^\circ$.

Tabelle 3: Temperaturabhängigkeit der charakteristischen Spannungen

Beispiel	1b	2		
Komp. (B)	AM-1			
Komp. (A)	B(OC)2C*HC-3	DM-1		
Konz. (A)/%	10	15		
T _{Ref.} /°C	−11,6	−8,5		
Temperaturabhängigkeit				
ΔT /°	ΔV ₇₀ /ΔT / V/°	ΔV* ₇₀ /ΔT / %/°	ΔV ₇₀ /ΔT / V/°	ΔV* ₇₀ /ΔT / %/°
+/-1	n.b.	n.b.	0	0
+/-2	0	0	0,25	0,4
+/-3	n.b.	n.b.	0	0
+/-4	0,6	-0,8	n.b.	n.b.
+/-6	3,6	-4,5	n.b.	n.b.
+/-8	3,4	-4,2	n.b.	n.b.

Bemerkungen: siehe Tabelle 1

$$\Delta V_{70}/\Delta T: [V_{70}(T_{\text{ref.}}+3^\circ) - V_{70}(T_{\text{ref.}}+1^\circ) / (2^\circ)]$$

$$\Delta V_{70}^*/\Delta T: [V_{70}(T_{\text{ref.}}+3^\circ) - V_{70}(T_{\text{ref.}}+1^\circ) / (V_{70}(T_{\text{ref.}}+2^\circ) \cdot 2^\circ)]$$

Beispiel 2

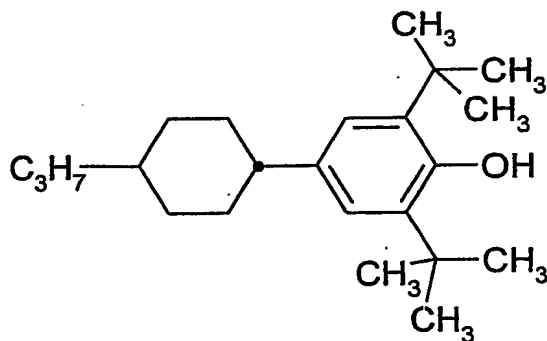
Die Flüssigkristallmischung AM-1 des Vergleichsbeispiels 1 wurde zu 85% mit 15% der Dotierstoffmischung DM-1 gemischt mit der folgenden Zusammensetzung.

Zusammensetzung DM-1		
Verbindung #	Abkürzung	Konz. /Massen-%
1	B(OC)2C*H-C-3	28,6
2	(6OPZ) ₂ X*	14,2
3	(1OPZPZ) ₂ X*	14,3
4	SS-(5CPZ)2BE	14,2
5	RR-(5CPZ)2BE	14,3
6	R-1011	14,4
Σ		100,0

Die in der Dotierstoffmischung DM-1 verwendeten chiralen Verbindungen haben einen hohen, positiven Wert der HTP in der Referenzmischung.

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung #	Abkürzung	Konz. /Massen-%	T(N,I)	= n.b.
1	DM-1	15,00	V ₇₀ (-8,5°C)	= 64 V
2	UZU-3A-N	6,38	dV/dT(-8,5°C+/-2°)	= 0,25 V/°
3	GZU-3A-N	12,75	dV* ₇₀ /dT(-8,5°C+/-2°)	0,4 %/°
4	GZU-4A-N	12,75		
5	GZU-4O-N	12,75		
6	PU-3-AN	8,50		
7	PTU-4O-N	12,75		
8	CUZU-2-N	12,75		
9	CUZU-3-N	6,37		
Σ		100,0		

Für das resultierende Steuermedium konnte bis -20°C kein Klärpunkt bestimmt werden. Die Mischung aus 85% AM und 15% DM-1 wird mit 0,1% des Phenols der Formel



versetzt, in eine Testzelle gefüllt und, wie im Vergleichsbeispiel 1 beschrieben, untersucht. Insbesondere werden ihre elektrooptischen Eigenschaften bei verschiedenen Temperaturen oberhalb ihres Klärpunkts bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengestellt und zum Vergleich mit denen des Beispiels 1b, in Tabelle 3 enthalten.

Tabelle 4: Temperaturabhängigkeit der charakteristischen Spannungen

#	T /°C	V ₇₀ /V
1	-11,4	71
2	-10,5	67
3	-9,5	65
4	-8,5	64
5	-7,5	65
6	-6,6	68
7	-5,6	71
8	-3,6	81
9	-2,7	85
10	-1,8	90
11	-0,9	94
12	0,1	100
13	1,2	106
14	2,2	111
15	4,0	121

Wie man aus dieser Tabelle ersehen kann, ist die charakteristische Spannung V_{70} der Zelle mit dieser dotierten Mischung über einen Temperaturbereich von $-11,4^{\circ}\text{C}$ bis $-5,6^{\circ}\text{C}$ nahezu unabhängig von der Temperatur.

Wie bei Beispiel 1b nimmt V_{70} mit steigender Temperatur zunächst ab und steigt erst dann mit weiter steigender Temperatur wieder an. Das Minimum von V_{70} liegt bei ca. $-8,5^{\circ}\text{C}$. In einem Temperaturbereich von ca. $\pm 2^{\circ}$ um diese Referenztemperatur verschwindet die Temperaturabhängigkeit (dV_{70}/dT) nahezu vollständig.

Beispiel 3

Die Flüssigkristalmischung AM-1 des Vergleichsbeispiels wurde zu 85% mit 15% der Dotierstoffmischung DM-2 gemischt mit der folgenden Zusammensetzung.

Zusammensetzung DM-2		
Verbindung		Konz.
#	Abkürzung	/Massen-%
1	BO2C*F-CC-3	18,3
2	BO2C*F-5	35,8
3	RR-(5CPZ)2BE	18,2
4	(1OPZPZ) ₂ X*	9,3
5	R-1011	<u>18,4</u>
Σ		100,0

Die in der Dotierstoffmischung DM-2 verwendeten chiralen Verbindungen haben in der Referenzmischung Werte der HTP, die mit steigender Temperatur zunehmen. Die resultierende Mischung hat einen Klärpunkt von $-8,2^{\circ}\text{C}$.

Die Mischung aus 85% AM-1 und 15% DM-2 wird mit 0,1% des in Beispiel 2 verwendeten Phenols versetzt, in eine Testzelle gefüllt und, wie im Vergleichsbeispiel 1 beschrieben, untersucht. Insbesondere werden ihre

elektrooptischen Eigenschaften bei verschiedenen Temperaturen oberhalb ihres Klärpunkts bestimmt. Diese Ergebnisse sind, zum Vergleich mit denen des Vergleichsbeispiels 1 und des Beispiels 1a, ebenfalls in Tabelle 1 enthalten.

Bei Beispiel 1 und Vergleichsbeispiel 1 wurden zusätzlich Zellen mit einem Elektrodenabstand von 15 μm und einer Elektrodenbreite von 10 μm untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

Bei den Vergleichsbeispielen 2 bis 4 wurden, wie bei Vergleichsbeispiel 1, achirale Steuermedien verwendet. Diese wurden wie bei Beispiel 1 und Vergleichsbeispiel 1, in Zellen mit einem Elektrodenabstand von 15 μm und einer Elektrodenbreite von 10 μm untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Charakteristische Spannungen

Beispiel:	V. 1	V. 2	V. 3	V. 4	1a
Komponente (A)	keine				BC*HC
Konz. (A) /%	0				3
Komponente (B)	AM-1	s. Text	s. Text	s. Text	AM-1
Physikalische Parameter					
$T(N,I)+2^\circ / ^\circ\text{C}$	7,7	25,8	25,7	16,3	13,5
$\Delta H(N,I) / \text{J/g}$	0,52	1,20	0,80	0,51	0,52
$\varepsilon_{av.}(T(N,I)+4^\circ)$	55,0	24,0	58,5	62,2	55,0
Elektrodenabstand 15 μm , Elektrodenbreite 10 μm					
Temperaturabhängigkeit					
$V_{70}(T(N,I)+2^\circ) / \text{V}$	67	134	71	70	63
$dV_{70}/dT / \text{V/}^\circ$	17	38	18	17	12
$dV_{70}^*/dT / \text{%/}^\circ$	25	28	25	24	19

Bemerkungen: siehe Tabelle 1,
Der Abstand Elektroden der verwendeten Zellen betrug hier ausnahmsweise 15 μm .

Wie man aus Tabelle 5 ansehen kann, ist die Temperaturabhängigkeit der relativen charakteristischen Spannung V_{70} für alle vier Vergleichsbeispiele mit ca. 25% nahezu gleich groß, wohingegen sie bei Beispiel 1 nur 19% beträgt.

5

10

15

20

25

30

35

Vergleichsbeispiel 2

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung		Konz.	T(N,I) = 23,8 °C	
#	Abkürzung	/Massen-%	$\Delta n(20^{\circ}\text{C}, 589,3 \text{ nm}) = 0,1456$	
1	ME2N.F	3,0	$\Delta \varepsilon(20^{\circ}\text{C}, 1 \text{ kHz}) = 27,3$	
2	ME3N.F	3,0	$\Delta H(N,I) = 1,20 \text{ J/g}$	
3	ME4N.F	8,0	$\varepsilon_{\text{av.}}(T(N,I)+4^{\circ}) = 24,0$	
4	ME5N.F	8,0		
5	UM-3-N	4,0	$V_{70}(T(N,I)+2^{\circ}) = 89 \text{ V}$	
6	PTG-3-N	8,0	$dV_{70}/dT(T(N,I)+2^{\circ}) = 25 \text{ V/}^{\circ}$	
7	PTG-5-N	8,0		
8	PTU-4O-N	8,0		
9	PU-3-AN	8,0		
10	PU-5-AN	8,0		
11	PGU-2-F	10,0		
12	PGU-3-F	10,0		
13	PGU-5-F	10,0		
14	HP-3N.F	<u>4,0</u>		
Σ		100,0		

Vergleichsbeispiel 3

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung	Konz.	# Abkürzung		
	/Massen-%			
1 UZU-3A-N	12,0		$T(N,I)$	= 23,7 °C
2 UZU-5A-N	12,0		$\Delta n(20^\circ\text{C}, 589,3 \text{ nm})$	= 0,0925
3 GZU-3A-N	12,0		$\Delta \varepsilon(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	> 0
4 GZU-4A-N	11,0		$\Delta H(N,I)$	= 0,80 J/g
5 GZU-4O-N	10,0		$\varepsilon_{av.}(T(N,I)+4^\circ)$	= 58,5
6 UVZG-3-N	10,0		$V_{70}(T(N,I)+2^\circ)$	= 47 V
7 CUZU-2-N	10,0		$dV_{70}/dT(T(N,I)+2^\circ)$	= 12 V/°
8 CUZU-3-N	10,0			
9 CUZU-4-N	10,0			
10 HP-5N.F	3,0			
Σ	100,0			

Vergleichsbeispiel 4

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung	Konz.	# Abkürzung		
	/Massen-%			
1 UZU-5A-NO2	10,0		$T(N,I)$	= 14,3 °C
2 UZU-3A-N	10,8		$\Delta \varepsilon(20^\circ\text{C}, 1 \text{ kHz})$	> 0
3 UZU-5A-N	10,8		$\Delta H(N,I)$	= 0,51 J/g
4 GZU-3A-N	10,8		$\varepsilon_{av.}(T(N,I)+4^\circ)$	= 62,2
5 GZU-4A-N	9,9		$V_{70}(T(N,I)+2^\circ)$	= 47 V
6 GZU-4O-N	9,0		$dV_{70}/dT(T(N,I)+2^\circ)$	= 11 V/°
7 UVZG-3-N	9,0			
8 CUZU-2-N	9,0			
9 CUZU-3-N	9,0			
10 CUZU-4-N	9,0			
11 HP-5N.F	2,7			
Σ	100,0			

Beispiel 4

Als achirale Ausgangsmischung wurde die Mischung AM-2 mit der folgenden Zusammensetzung hergestellt.

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung #	Abkürzung	Konz. /Massen-%	T(N,I)	= 22,5 °C
1	UZU-3A-N	15,0		
2	UZU-5A-N	5,0		
3	GZU-3A-N	15,0		
4	GZU-4A-N	15,0		
5	GZU-4O-N	12,0		
6	CUZU-2-N	11,0		
7	CUZU-3-N	11,0		
8	CUZU-4-N	11,0		
9	HP-3N.F	<u>4,0</u>		
Σ		100,0		

Zu dieser Mischung wurden 10% der chiralen Verbindung (1OPZPZ)₂X* gegeben. Die resultierende Mischung wies keinen scharfen Klärpunkt, sondern einen Klärbereich von -5°C bis 9°C auf. Als Klärpunkt wurde hier 9°C angenommen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 6 dargestellt und zum Vergleich in Tabelle 1 aufgenommen.

Tabelle 6: Charakteristische Spannungen

Beispiel:	V.6	4
Komponente (A)	AM-2	
Komponente (B)	Keine	(1OPZPZ)2X*
Konzentration (B) / %	0	10
Physikalische Parameter		
T(N,I) / °C	56,8	9
Elektrodenabstand 10 µm, Elektrodenbreite 10 µm		
Charakteristische Spannungen		
T-T(N,I) / °	V ₇₀ / V	
1,0	n.b.	36,5
1,5	n.b.	38,5
2,0	n.b.	40,5
2,5	n.b.	42,5
3,0	n.b.	44,5
4,0	n.b.	49
5,0	n.b.	52
Temperaturabhängigkeit		
V ₇₀ (T(N,I)+2°) / V	n.b.	40,5
dV ₇₀ /dT / V/°	n.b.	4
dV* ₇₀ /dT / %/°	n.b.	10

Bemerkungen: siehe Tabelle 1.

Beispiel 5

Als achirale Ausgangsmischung wurde die Mischung AM-3 mit der folgenden Zusammensetzung hergestellt.

Zusammensetzung			Physikalische Eigenschaften	
Verbindung #	Abkürzung	Konz. /Massen-%	T(N,l)	= 56,8 °C
1	GZU-3A-N	15,0		
2	GZU-4A-N	15,0		
3	GZU-4O-N	15,0		
4	UZU-3A-N	8,0		
5	CUZU-2-N	9,0		
6	CUZU-3-N	9,0		
7	CUZU-4-N	9,0		
8	HP-3N.F	6,0		
9	HP-4N.F	6,0		
10	HP-5N.F	<u>8,0</u>		
Σ		100,0		

Zu dieser Mischung wurden alternativ 3%, 5%, bzw. 7% der in Beispiel 1 verwendeten chiralen Verbindung B(OC)2C*HC-3 gegeben (Beispiele 5a, 5b bzw. 5c). Die resultierende Mischung mit 7% der chiralen Verbindung wies keinen scharfen Klärpunkt, sondern einen Klärbereich von 21,5°C bis 24,3°C auf. Als Klärpunkt wurde hier 24,3°C angenommen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 zusammengestellt und die des Beispiels 5b zum Vergleich in Tabelle 1 aufgenommen.

Tabelle 7: Charakteristische Spannungen

Beispiel:	V.5	5a	5b	5c
Komponente (B)	AM-3			
Komponente (A)	keine	B(OC)2C*HC-3		
Konzentration (A) / %	0	3	5	7
Physikalische Parameter				
T(N,I) / °C	56,8	45,9	36,3	24,3
Elektrodenabstand 10 µm, Elektrodenbreite 10 µm				
Charakteristische Spannungen				
T-T(N,I) / °	V ₇₀ / V			
0,5	n.b.	23	31	35
1,0	n.b.	23,5	34	37
1,5	n.b.	24,5	36	39
2,0	n.b.	25	37	41
2,5	n.b.	28	38	43
3,0	n.b.	n.b.	39	45
4,0	n.b.	n.b.	42	48
5,0	n.b.	n.b.	46	50
Temperaturabhängigkeit				
V ₇₀ (T(N,I)+2°) / V	n.b.	25	37	41
dV ₇₀ /dT / V/°	n.b.	3,5 [§]	2,5	4
dV* ₇₀ /dT / %/°	n.b.	14 [§]	6,8	9,6

Bemerkungen: siehe Tabelle 1,

§: dV₇₀/dT: $[V_{70}(T(N,I)+2,5^\circ) - V_{70}(T(N,I)+1,5^\circ) / (2^\circ)]$

dV*₇₀/dT:

$[V_{70}(T(N,I)+2,5^\circ) - V_{70}(T(N,I)+1,5^\circ) / (V_{70}(T(N,I)+1^\circ) \cdot 2^\circ)]$

Patentansprüche

1. Elektrooptisches Lichtsteuerelement umfassend
 - ein Substrat oder mehrere Substrate,
 - eine Elektrodenanordnung,
 - mindestens ein Element oder mehrere Elemente zur Polarisierung des Lichts und
 - ein Steuermedium,dadurch gekennzeichnet, dass
 - das Lichtsteuerelement bei einer Temperatur betrieben wird, bei der das Steuermedium im nicht angesteuerten Zustand in der isotropen Phase vorliegt und dass
 - die Elektrodenanordnung ein elektrisches Feld mit einer signifikanten Komponente parallel zur Fläche des mesogenen Steuermediums erzeugen kann und dass
 - das mesogene Steuermedium eine chirale Komponente, Komponente (A), die aus einer oder mehreren chiralen Verbindungen besteht und
 - optional eine achirale Komponente, Komponente (B), die aus einer oder mehreren chiralen Verbindungen besteht, enthält.
2. Lichtsteuerelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die relative Temperaturabhängigkeit (dV^*_{70}/dT) der charakteristischen Spannung für 70% relativen Kontrast (V_{70}) bei einer Temperatur von 2° oberhalb des Klärpunkts im Bereich von $\pm 1^\circ$ um diese Temperatur des Steuermediums 30%/° oder weniger beträgt.
3. Lichtsteuerelement nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass
 - (dV^*_{70}/dT) 23%/° oder weniger beträgt.
4. Lichtsteuerelement nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass

- die charakteristischen Spannung für 70% relativen Kontrast (V_{70}) bei einer Temperatur von 2° oberhalb des Klärpunkts des Steuermediums in Zellen 80 V oder weniger beträgt.

- 5
5. Lichtsteuerelement nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass
- das mesogene Steuermedium eine chirale Komponente, Komponente (A), die aus zwei oder mehr chiralen Verbindungen besteht, enthält.
- 10
6. Lichtsteuerelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass
- das die chiralen Verbindungen der Komponente (A) alle das selbe Vorzeichen der HTP bei 20°C in der Referenzmischung haben.
- 15
7. Lichtsteuerelement nach mindestens einem der Ansprüche 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass
- der Betrag der HTP der chiralen Verbindungen der Komponente (A) bei 20°C in der Referenzmischung $10 \mu\text{m}^{-1}$ oder mehr beträgt.
- 20
8. Lichtsteuerelement nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass
- das mesogene Steuermedium eine achirale Komponente, Komponente (B), die aus einer oder mehreren chiralen Verbindungen besteht, enthält
- 30
9. Lichtsteuerelement mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass
- die dielektrische Suszeptibilität des Steuermediums bei einer Temperatur von 4 Grad oberhalb des Klärpunkts 55 oder mehr beträgt.
- 35
10. Lichtsteuerelement mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass

- die optische Anisotropie bei einer Temperatur von 4 Grad unterhalb des Klärpunkts 0,080 oder mehr beträgt.

5 11. Elektrooptische Anzeige enthaltend ein oder mehrere Lichtsteuerelemente nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10.

12. Elektrooptische Anzeige nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzeige mittels einer aktiven Matrix angesteuert wird.

10 13. Elektrooptisches Anzeigesystem enthaltend eine oder mehrere elektrooptische Anzeigen nach mindestens einem der Ansprüche 11 und 12.

15 14. Elektrooptisches Anzeigesystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass es als Fernsehbildschirm, als Computermontitor oder als beides verwendet werden kann.

20 15. Verwendung eines Lichtsteuerelements nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, zur Darstellung von Information.

16. Verwendung einer elektrooptischen Anzeige nach mindestens einem der Ansprüche 11 und 12, in einem elektrooptischen Anzeigesystem.

17. Verwendung eines elektrooptischen Anzeigesystems nach mindestens einem der Ansprüche 13 und 14, zur Darstellung von Videosignalen oder von digitalen Signalen.

30 18. Mesogenes Steuermedium zur Verwendung in einem elektrooptischen Lichtsteuerelement, dadurch gekennzeichnet, dass

- das mesogene Steuermedium eine nematische Phase und eine Klärpunkt im Bereich von -40°C bis 80°C aufweist,
- eine chirale Komponente, Komponente (A), die aus einer oder mehreren chiralen Verbindungen besteht und
- optional eine achirale Komponente, Komponente (B), die aus

35 einer oder mehreren chiralen Verbindungen besteht, enthält.

19. Medium nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass
- eine achirale Komponente, Komponente (B), die aus einer oder mehreren chiralen Verbindungen besteht, enthält.

- 5 20. Medium nach mindestens einem der Ansprüche 18 und 19, dadurch gekennzeichnet, dass
- es einen Klärpunkt im Bereich von 0°C bis 60°C aufweist.

10

15

20

30

35

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein elektrooptisches Lichtsteuerelement, solche Elemente enthaltende elektrooptische Anzeigen und Anzeigesysteme wie beispielsweise Fernsehbildschirme und Computermonitore, sowie die verwendeten Steuermedien. Die erfindungsgemäßen Lichtsteuerelemente enthalten ein mesogenes Steuermedium, das beim Betrieb der Lichtsteuerelemente in der isotropen Phase vorliegt und sind neben einem guten Kontrast, einer geringen Blickwinkelabhängigkeit und sehr kurze Schaltzeiten besonders durch relativ niedrige Ansteuerspannungen ausgezeichnet. Die erfindungsgemäßen Steuermedien zeichnen sich dadurch aus, dass sie eine chirale Komponente enthalten. Bevorzugt enthalten sie auch eine achirale Komponente.